

LUONNONMARJA- JA
SIENITUTKIMUKSEN SEMINAARI, OSA I

Joensuu 6.—7. 10. 1982

KAUKO SALO JA PENTTI SEPPONEN (toim.)

JOENSUU 1983

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA

90

JOENSUUN TUTKIMUSASEMA

LUONNONMARJA- JA SIENITUTKIMUKSEN
SEMINAARI, OSA I

KAUKO SALO JA PENTTI SEPPONEN (TOIM.)

Kansikuva: Juolukka on ombtrotrofinen suolaji. Se kasvaa pääasiassa rämeillä, harvinaisempana korvissa ja esiintyy metsäkasvina Pohjois-Suomessa. Valoa vaativana varpuna se tuottaa parhaiten satoa rämeitten ja rämemuuttumien mätäillä. Juolukkaa on Suomessa täysin syyttä pidetty epä-terveellisenä, jopa myrkyllisenä marjana. Juolukan pitkänpyöreissä ja siniharmaissa marjoissa on C-vitamiinia enemmän kuin mustikan marjoissa. Huonona mustikkavuonna juolukka on viime vuosina marjonut hyvin ja sen käyttökelpoisuutta pitäisi lisätä marjojen helppo poimittavuus. Kansikuvassa mantukimalainen juolukan kukalla.
Kansikuvan piirros: Hannu Nousiainen

ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitos järjesti 6. - 7.10.1982 Joensuun korkeakoulun tiloissa luonnonmarjojen ja sienten tutkimusta käsittelevän seminaarin. Seminaarin tarkoituksena oli koota yhteen Suomessa nykyisin luonnonmarjojen ja sienten parissa työskentelevät tutkijat ja käytännön tahot ja luoda näin katsaus alan tutkimuksen tämänhetkiseen tilaan. Käytännön tahoja edustivat neuvonta-, koulutus- ja edistämisorganisaatiot, valtion hallinto, alan kauppa ja teollisuus sekä marjojen ja sienten poimijat. Ulkomaisina alustajina seminaariin osallistuivat professorit Lars Kardell Ruotsin maatalousyliopistosta ja Olavi Junttila Tromssan yliopistosta. Seminaaria valmisteli työryhmä, johon kuuluivat MMT Olli Saastamoinen puheenjohtajana, FM Kauko Salo sihteerinä ja FL Pentti Sepponen jäsenenä.

Tämä julkaisu on kooste ensimmäisenä seminaaripäivänä pidetyistä, lähinnä marja-aiheisista esityksistä. Mukaan on otettu lisäksi eräitä sellaisia esityksiä, joita niiden kirjoittajilla ei ollut tilaisuutta pitää seminaarissa, mutta joiden katsottiin täydentävän kuvaa tämänhetkisestä luonnonmarjatutkimuksesta. Toisen seminaaripäivän alustukset julkaistaan omana niteenään.

Julkaisun käsikirjoituksen on lukenut professori Eero Paavilainen. Puhtaaksikirjoituksen on suorittanut konekirjoittaja Sirkka Piipponen. Kiitämme edellä mainittuja samoin kuin kaikkia kirjoittajia sekä Suomen Akatemian maatalous-metsätieteellistä toimikuntaa, joka on tukenut taloudellisesti seminaarin järjestämistä ja tämän julkaisun painatusta.

Joensuussa, helmikuussa 1983

Kauko Salo

Pentti Sepponen

Toimittajien osoite: Kauko Salo, Joensuun tutkimusasema,
PL 68, 80101 Joensuu 10

Pentti Sepponen, Rovaniemen tutkimusasema,
Eteläranta 55, 96300 Rovaniemi 30

Sisällysluettelo

Sivu

Alkusanat

Professori EERO PAAVILAINEN: Metsäntutkimuslaitoksen avaussanat	5
Rehtori PENTTI MÄLKÖNEN: Joensuun korkeakoulun tervetulotoivotus	8
MMT JARI PARVIAINEN: Joensuun tutkimusaseman terve- tulotoivotus	10
LARS KARDELL: Blåbär i svensk skogsforskning	12
OLAVI JUNTILA, JARLE NILSEN & KÅRE RAPP: Research on cloudberry in Norway	23
PAAVO HAVAS: Metsämarjojemme talvehtimisen ekologiasta	34
REIJO SOLANTIE: Suomen luonnonmarjat, ilmasto ja sää	38
TAPIO LINDHOLM: Halla varvikossa	50
ILKKA TERÄS: Mustikan ja puolukan pölyttäjät Etelä- Suomessa	59
HANNU NOUSIAINEN: Eräiden <i>Vaccinium</i> -lajien pölytys- biologiasta, kukinnasta ja marjonnasta	66
OSMO HEIKINHEIMO: Luonnonmarjojen kasvintuhoojat ja niiden merkitys	87
TIMO KURKELA: Puolukanlumihome	95
SEPPO KOPONEN: Hillan tuohyönteisistä	101
MIKKO RAATIKAINEN ja MAURI PÖNTINEN: Puolukkasadon ennustamisesta	104
MIKKO RAATIKAINEN ja TERTTU RAATIKAINEN: Puolukkasadon kappalemäärä, paino, tilavuus sekä niiden väliset suhteet kasvukauden aikana	116
KAUKO SALO: Marja- ja sienisatojen seuranta VMI- tutkimuksen osana Pohjois-Karjalassa	122
PENTTI SEPPONEN ja LIISA VIITALA: Metsäntutkimus- laitoksen Kivalon kokeilun alueen marjasatotutkimukset	135
ANTTI HUTTUNEN: Hilla- ja karpalosadoista	143
JOUKO KORTESHARJU: Pitkäaikaisen hillasatoennuste- ja sato seuranta tutkimuksen aloittamisesta Länsi-Lapissa 1982	148

KULLERVO ETHOLÉN: Metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutuksista marjasatoihin	153
LASSE NIITTYMAA: Puolukan lannoituskokeista	161

AVAUSSANAT

Professori Eero Paavilainen
Metsäntutkimuslaitos

Arvoisat seminaarin osanottajat!

Metsäntutkimuslaitoksen puolesta toivotan Teidät kaikki tervetulleiksi tähän valtakunnalliseen luonnonmarja- ja sienitutkimuksen seminaariin.

Ärade nordiska gäster!

På skogsforskningsinstitutets vägnar hälsar jag Er välkomna till detta symposium. Skogsbär- och svampforskningen i Finland kunde dra stor nytta av tillgång till pågående forskningsarbete i de övriga nordiska länderna. Vi emotser Era inlägg med stort intresse.

Luonnonmarjoja ja sieniä koskeva tutkimus kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen tehtäviin laitoksesta annetun lain ja asetuksen perusteella. Niiden mukaan tutkimuslaitoksen tulee suorittaa Suomen metsätaloutta ja metsävaroja koskevan tutkimuksen lisäksi myös metsien eri käyttömuotojen edistämiseen tähtäävää tutkimustyötä.

Tutkimuksen käytännön toteuttamista varten on Metsäntutkimuslaitoksen budjetissa erityinen metsämarja- ja sieniprojektin tarpeisiin osoitettu määräraha, minkä lisäksi eräät tutkimusosastot osallistuvat tutkimustyöhön muilla määrärahoilla. Tutkimusta koordinoi ohjausryhmä, joka toimii laajemman Metsäntutkimuslaitoksen moninaiskäytön yhteistutkimustyöryhmän alaisuudessa.

Metsämarja- ja sieniprojekti käynnistyi vuonna 1979 mietintönsä jättäneen metsämarja- ja sienitoimikunnan aloitteesta. Alustavan suunnittelun jälkeen voitiin aloittaa varsinainen tutkimustoiminta kuluvana vuonna Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasema keskuspaikkana. Todettakoon kuitenkin samalla, että

marjoihin ja sieniin kohdistuva tutkimus ei ole aivan näin uutta Metsäntutkimuslaitoksessa, vaan esim. suontutkimusosastolla on selvitetty marja- ja sienisatoja metsänparannustutkimusten yhteydessä jo runsaan 10 vuoden ajan.

Metsämarja- ja sieniprojektin tavoitteena on pitkäjänteisen tutkimusohjelman avulla selvittää maamme tärkeimpien metsä- ja suomarjojen sekä sienten kokonaissato ja sen vaihtelu lajeittain, kasvupaikkatyypeittäin ja alueittain, sadon nykyinen käyttö ja sen laajentamismahdollisuudet, puuntuotannollisten toimenpiteiden (metsänhoito, metsänparannus, puun korjuu) vaikutuksia satoihin ja mahdollisuuksia toteuttaa näitä toimenpiteitä satojen parantamiseksi. Lisäksi projektissa pyritään selvittämään metsämarjojen ja sienten keruun alue- ja kansantaloudellista merkitystä.

Jalostukseen ja markkinointiin sekä eräisiin muihinkin tutkimusaiheisiin tarvittava erityisasiantuntemus kytketään projektiin yliopistojen ja korkeakoulujen sekä muiden tutkimusyksiköiden kanssa järjestettävällä yhteistyöllä. Osaltaan projektin avulla onkin jo nyt mahdollista hyödyntää 1970-luvulla eri laitoksiin kertynyttä alan tutkimusvalmiutta.

Metsäntutkimuslaitoksen ja muiden metsämarja- ja sienitutkimusta harjoittavien toimintayksiköiden välisen yhteistyön edistämiseksi esitti metsämarja- ja sienitoimikunta aikanaan perustettavaksi nykyistä laajemman johtoryhmän, jossa olisivat Metsäntutkimuslaitoksen ohella edustettuina muutkin keskeiset metsämarja- ja sienitutkimuksesta huolehtivat tahot. Tämä toimikunnan esitys ei ole toistaiseksi toteutunut.

Yhteistyöelimen puuttuessa ei ole kuitenkaan haluttu jäädä seisomaan toimettomina. Jo puolitoista vuotta sitten syntyi ajatus valtakunnallisen seminaarin järjestämisestä yhteistyön parantamiseksi ja perusteiden saamiseksi luonnonmarja- ja sienitutkimuksen pitkäaikaisia tutkimusohjelmia varten. On miellyttävää todeta, että nyt alkava seminaari on saanut näin hyvän vastaanoton ja että osanottajia on eri puolilta Suomea ja eri organisaatioista. Seminaarin tavoitteenahan on esitellä maamme luonnon-

marjoja ja sieniä koskevaa perus- ja soveltavaa tutkimusta. Yli puolet seminaarin esitelmistä onkin tutkimuksen piiristä. Ilahduttavaa on, että tutkimuksen ohella on mukana runsaasti alan kaupan, teollisuuden ja tuotekehittelyn edustajia. Tärkeän kokonaisuuden esitelmistä muodostaa myös uudistunut ja entistä selkeämmät puitteet saanut lainsäädäntö. Voidaan odottaa, että tämä seminaari pystyy kokoamaan keskeisen osan siitä luonnonmarjoja ja sieniä koskevasta tietämyksestä, jota meillä on kotimaassa ja muissa Pohjoismaissa.

Pyydän tässä yhteydessä järjestäjien puolesta kiittää Suomen Akatemiaa ja Joensuun korkeakoulua sekä kaikkia muita seminaarin valmisteluun ja toteuttamiseen myötävaikuttaneita. Toivotan vielä kerran kaikki osanottajat lämpimästi tervetulleiksi seminaaritulaisuuteen.

JOENSUUN KORKEAKOULUN TERVETULOTOIVOTUS

Rehtori Pentti Mälkönen
Joensuun korkeakoulu

Metsä kaikkimensa on valtakuntamme aarre, lähes pohjaton kaivos, jonka arvo tajuttiin taas kertaalleen energiakriisin päivinä.

Metsän korkeiden puiden alla luonto tuottaa käsin, jopa konein, tyhjentämättömissä olevin tonnimäärin energiaa ja aromeja, hiiveniä ja vitamiineja solujemme tarpeisiin. Metsän arvo ei ole yksin puissa. Metsän hyödyntämisessä onkin täällä Pohjoismaissa opittu 'näkemään metsä puilta'.

Sienet ja marjat kiehtovat ihmistä ravinnon ja aromiensa vuoksi. Monille ne merkitsevät toimeentuloa tai ainakin helpotusta talouteen.

Kemistikin näkee sienet ja marjat kiintoisina tutkimuksen lähteinä, tosin eri kulmasta kuin biologit tai metsämiehet. Marjojen värit ja makuaineet ovat kiinnostaneet tutkijoita jo kauan. Sienistä on tiedetty vähemmän. Oikeastaan vasta seitikit säikäyttivät kemistitutkijat hereille.

Akateeminen väitöstilaisuus ei yleensä jaksa kiinnostaa kovin suurta yleisöä. En kuitenkaan muista nähneeni väitössalissa muulloin niin suurta ja kiinnostunutta ihmisjoukkoa, kuin oli erään sienimyrkkyjen tutkijan väitöstilaisuudessa muutama vuosi seitikkishokin jälkeen. Sienet kiinnostivat pintaa syvemmältäkin.

Tässä valtakunnallisessa metsätapahtumassa varmasti liikutaan pintaa syvemmällä marjojen ja sienien maailmassa.

Kun Joensuun korkeakoulu pyrkii täyttämään tehtävänsä henkisen ja aineellisen kulttuurin tutkimuksessa ja kehittämisessä täällä Suomen itärajan tuntumassa, sen hengen mukaista on, että tutki-

joita kokoontuu valtakunnallisesti ja yli rajojenkin korkeakoulun nykyaikaisiin suojiin. On ilo nähdä, että tänään täällä on jälleen koolla suuri asiantuntijajoukko hyvän asian merkeissä.

Våra ärade nordiska gäster!

För Joensuu högskolas del uttrycker jag mitt glädje däröver att Ni har som specialister och föredraganden kommit för att ta del i detta nationella seminarium över skogarnas biprodukter. Fastän detta seminarium inte är arrangerat av Joensuu högskola, står naturen och dess produkter nära vårt hjärta och är objektet av våra forskningar.

Under detta besök har Ni möjligheten att bli bekanta med vår högskolas naturvetenskapliga inrättningar. Vi är den östligaste högskolan i Nordiska länderna, i närheten av rikets östra gräns, i Karelens kärna. Vi har mycket fasta förhållanden med arrangerandet av detta seminarium, skogsforskningsinstitutet, ty också forstmästarutbildning har just börjat vid Joensuu högskola denna höst.

Jag önskar Er belönande dagar i Finland.

Toivotan korkeakoulun puolesta Teidät kaikki antoisan vuorovaikutuksen piiriin metsiemme arvomaailmaan. Korkeakoulu iloitsee läsnäolostanne. Tämä jo siitäkin syystä, että onhan meillä jo omia metsäntutkijoita ja korkeakoulumme kasvattaa heitä tästä syksystä lähtien omastatkaa lisää - asiantuntemukseen on meillä nyt arvokasta ja olemme saavana osapuolena. Metsäntutkimuslaitoksen metsäntutkimusaseman tutkijakunta on tehnyt arvokasta työtä tämän seminaarin järjestämisessä, josta kiitoksemme.

Tervetuloa!

JOENSUUN TUTKIMUSASEMAN TERVETULOTOIVOTUS

MMT Jari Parviainen
Joensuun tutkimusasema

Arvoisat seminaarin osanottajat, hyvät naiset ja herrat,
ärade nordiska gäster!

Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusaseman puolesta toivotan Teidät kaikki tervetulleiksi tähän tilaisuuteen.

Joensuu on ollut kahtena viimeisenä vuotena keskeinen puheenaihe metsäalan piirissä. Toisaalta Joensuussa on aloitettu tämän syksyn alussa korkein metsäopetus ja toisaalta Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusaseman toiminta on vakiintunut. Tutkimusasearakennus on valmistumassa tämän vuoden loppuun mennessä. Joensuun metsäntutkimusasema on ainoa maan kuudesta metsäntutkimusasemasta, joka on välittömässä yhteydessä korkeakoulun tai yliopiston kanssa. Tämä antaa sekä opetuksen että tutkimuksen kehittymiselle erilaisia ulottuvuuksia kuin muualla.

Vaikka Joensuun tutkimusaseman toiminnan painopiste tulee suuntautumaan keskeisiin perinteisiin metsätalouden alueisiin, metsien moninaiskäyttötutkimuksesta marjojen ja sienien tutkimus niveltyy hyvin Joensuun tutkimusaseman tehtävänkuvaan. On laskettu, että viime vuonna mm. sienien poimijoille maksetuista tuloista lähes 80 % koostui Itä-Suomen alueelta. Tästä määrästä Pohjois-Karjalan läänin osuus oli lähes puolet. Myös metsämarjoista saatava tulo on paikalliselle väestölle merkittävä. Sen vuoksi on perusteltua, että Joensuun tutkimusasemalla aloitetaan metsämarjoihin ja sieniin kohdistuva tutkimus. Toisaalta Joensuun metsäntutkimusasema puolustaa hyvin paikkansa ensimmäisenä tämänlaatuisen seminaarin pitopaikkana.

Metsämarja- ja sieniprojektin saatua rahoituksensa valtion tulo- ja menoarviosta, tutkimustoiminta voitiin aloittaa Joensuussa intensiivisesti tänä kesänä. Ilomantsin kuntaan perustettiin pysyvien koalojen verkko, jolta viikottain seurataan marja-

ja sienisatojen kehittymistä sekä havainnoidaan päivittäiset ilmastotiedot. Vuodelle 1983 ehdotettu määräraha näyttää mahdollistavan tutkimustoiminnan jatkumisen. Haluan tässä yhteydessä kiittää maisteri Kauko Saloa, joka metsien moninaiskäytön yhteistutkimustyöryhmän puolesta on suurelta osin vastannut tämän seminaarin käytännön järjestelyistä. Hän on myös Joensuun tutkimusasemalla työskentelevä metsämarja- ja sieniprojektin tutkija. Kiitän myös Joensuun korkeakoulua myönteisestä suhtautumisesta seminaarin pitämiseen ja tilojen luovuttamisesta seminaarin tapahtumapaikaksi. Uskon, että tässä seminaarissa pystytään kokoamaan se tieto, mikä meillä Suomessa ja Pohjoismaissa on tutkimuksen, kaupan, teollisuuden ja tuotekehittelyn alalla metsämarjoista ja sienistä.

Toivotan vielä kerran Teidät kaikki tervetulleiksi tähän seminaariin ja toivon, että viihdytte Joensuussa.

På Joensuu försöksstationens vägnar hälsar jag Er, våra Nordiska gäster, välkommen till Joensuu och till detta seminarium.

BLÅBÄR I SVENSK SKOGSFORSKNING

Lars Kardell
Avd för landskapsvård
Sveriges lantbruksuniversitet
S-750 07 Uppsala, Sverige

Bakgrund

År 1974 tog jag initiativ till ett mindre forskningsprojekt rörande skogsmarkens bär och svampar. Detta var en naturlig följd av mitt dåvarande arbete, som i hög grad berörde skogsmarkens utnyttjande för friluftsliv. Det hade nämligen visat sig att bär- och svampplockning var den främsta anledningen till att stadsbor sökte sig ut till skogen under eftersommaren och hösten.

Ett bidragande motiv till vår forskning utgjordes också av den pågående miljödebatten. I denna hade många åtgärder i skogsbruket kritiserats av allmänhetens företrädare och inte så sällan användes argument, vari framskyntade en rädsla för att möjligheten till framtida bär- och svampplockning skulle försämrats. Då ekologiska kunskaper om de viktigaste skogsbären baserade på fältexperiment inte existerade, beslöt jag att påbörja en verksamhet i syfte att klarlägga sambanden mellan olika skogsbruksåtgärder och bär- och svampproduktionen. Dessutom har vi i inledningskedet strävat efter att kvantifiera de tillgångar som fanns av bär och svamp i våra skogar och i viss mån hur dessa utnyttjades.

Inventeringar

Fram till slutet av 1982 har vi med hjälp av den svenska rikskogstaxeringen tagit fram uppgifter om skogsmarkens årliga produktion av marksvampar, blåbär, lingon och hallon (KARDELL m fl 1980 respektive ERIKSSON m fl 1979). Dessutom har vi i en efterföljande studie kartlagt torvmarkernas avkastning av hjortron, lingon och tranbär (KARDELL & CARLSSON 1982). Arbetet har i vardera fallet skett under tre på varandra följande år

och resultaten baseras på data från drygt 40 000 provytor i respektive studie. Ett 20-tal lagledare har varit verksamma och totalresultaten torde givetvis vara behäftade med en del fel, vilket framgår av diskussionen i de aktuella rapporterna. De framräknade nivåerna torde dock spegla storleksordningarna relativt väl. Resultaten framgår av tabell 1.

Tabell 1. Produktion av skogsbär och matsvampar.

Art	Produktion på skogsmark (23,5 milj ha) Totalt kg/ha milj kg		Produktion på myr (5,1 milj ha) Totalt kg/ha milj kg		Undersöknings- år	Källa
Blåbär	255	10,9	20 ¹⁾	2,9	1974-1977	A.
Lingon	155	6,6	10 ¹⁾	1,4	"	A.
Hallon ca	20	-	-	-	"	A.
Hjortron	23,4	13,5 ²⁾	52,3	18,4 ²⁾	1978-1980	B.
Tranbär	2,2	2,6 ²⁾	18,6	5,0	"	B.
Mat- svamp ca	500	20	-	-	1974-1977	C.

Källor: A) ERIKSSON m fl 1979

B) KARDELL & CARLSSON 1982

C) KARDELL m fl 1980

1) I denna siffra ingår även vissa bergimpediment

2) Hektaravkastningen beräknad på den areal, där respektive art förekommer. Se vidare KARDELL & CARLSSON 1982.

Som slutresultat kom vi fram till att det på 23,5 miljoner hektar skogsmark sammanlagt produceras ungefär 470 - 500 miljoner kg skogsbär per år. Detta innebär att man som genomsnitt kan räkna med drygt 20 kg per hektar. Matsvamparnas andel av den totala svampproduktionen är mindre tillförlitliga men torde kunna skattas till omkring 20 kg friskvikt/ha eller totalt 450 - 500 milj kg. Här är det en betydande svårighet att få fram stabila värden, vilket inte minst sammanhänger med att många svamparter är ätliga, men inte utnyttjas av

kulturella skäl. Torvmarkerna (ca 7,2 milj ha) synes årligen avkasta sammanlagt 115 milj kg av hjortron, tranbär och lingon. De genomsnittliga hektarskördarna är här något högre än på fastmarken. Viktigast av dessa bär är givetvis hjortron, där det nedanför fjällkedjan finns tillgängligt omkring 80 milj kg per år.

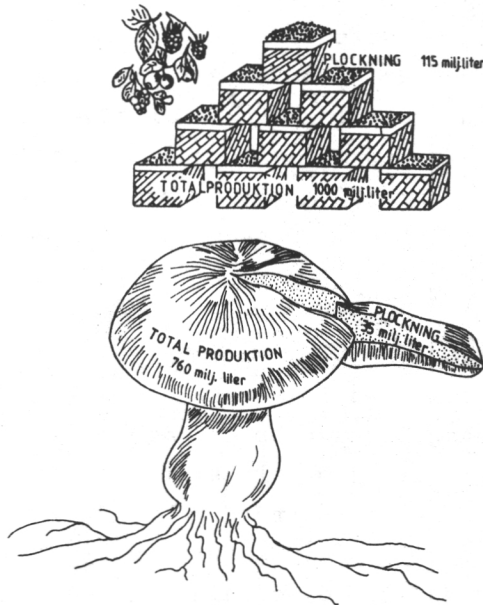
Den använda inventeringsmetodiken har flera svagheter men allmänt kan sägas att för mera vanligen förekommande arter, medger en översiktlig inventering via riksskogstaxeringen betydande fördelar. Man får för en billig penning en förhållandevis god bild av respektive arts förekomst. En nackdel är dock att bär-mängderna blir mindre tillförlitligt beräknade, då de blott förekommer under en del av taxeringssäsongen. Detta leder till att man via vissa erfarenhetstal baserade på uppskattning av blomning eller fruktsättning skall gå över till en antagen bärproduktion. Det kan vidare erkännas att det genomgående varit ganska svårt att spåra ekologiska samband mellan respektive bärarts förekomst och produktion samt skogsbeståndets sammansättning. Detta tyder på att andra faktorer än rent beståndsmässiga är av stor vikt för bärproduktionen.

Översiktliga taxeringar av engångskaraktär är mindre lämpliga för att utröna skogsmarkens produktion av svampar samt dessas förekomst i olika beståndstyper. Detta sammanhänger delvis med att taxeringsarbetet avslutas långt innan svampsäsongen är över. Dessutom krävs en annan geografisk uppläggning av inventeringsarbetet om man med engångsuppskattningar skall få en hygglig möjlighet att studera viktiga matsvampars förekomst.

I en under åren 1976 - 1979 genomförd inventering av murkelförekomsten på hyggen kunde visas att produktionen av frukt-kroppar uppgick till drygt 1 kg friskvikt per hektar (KARDELL & ERIKSSON 1980). Markberedda eller plogade hyggen avkastade i jämförelse med ej markberedda objekt fyra gånger större arealskördar. Denna studie är geografiskt något begränsad till vissa utvalda naturgeografiska regioner och baserad på återkommande studier inom ett antal utlottade ekonomiska kartblad. De funna värdena kan inte utan vidare överföras till att gälla riksnivå.

Bär- och svamplockning

I ett antal mindre studier har vi försökt mäta i vilken utsträckning skogsmarkens bär och svampar nyttiggöres i hushållen. Bäst bland dessa är HULTMANS (1979) enkätundersökning, vilken gått ut till ett representativt riksgenomsnitt. Med ledning av hans data kan det uppskattas att i intet fall torde mer än 10 % av de vanligaste bären och svamparna insamlas för konsumtion. Sannolikt ligger nivån under 5 %. I ett par lokala studier har vi även försökt mäta hur ofta man kommer ut och plockar bär och svamp samt vilka mängder som insamlas (KARDELL 1979, KARDELL & JOHANSSON 1982). Som grov tumregel tycks följande förhållanden gälla. 80 % av alla vuxna svenskar är någon gång under året ute och plockar bär, medan drygt 50 % kommer ut på svampplockningen. Skillnaden betingas av den gamla svenska motviljan mot att plocka och äta svamp.



Figur 1. Producerade samt insamlade mängder av bär och svamp.
Efter KARDELL 1980b.

Det föreligger i studier av denna karaktär, vilka helt baseras på enkäter eller intervjuer en uppenbar risk för överskattningar. Även om man ställer sina frågor direkt i anslutning till bär-säsongen kan det vara svårt att komma ihåg hur flitig man varit i bär- och svampskogen. Då man mera sällan har anledning att vid hemkomsten mäta sina ansträngningar och då bär- och svamp-plockning är en sysselsättning som i hög grad har positiv status finns en uppenbar risk att man uppger för höga siffervärden. En rimlig slutsats av dessa studier är att blott bråkdelar av den potentiella produktionen tas till vara och det finns oanade möjligheter att öka insatserna i bär- och svampmarkerna.

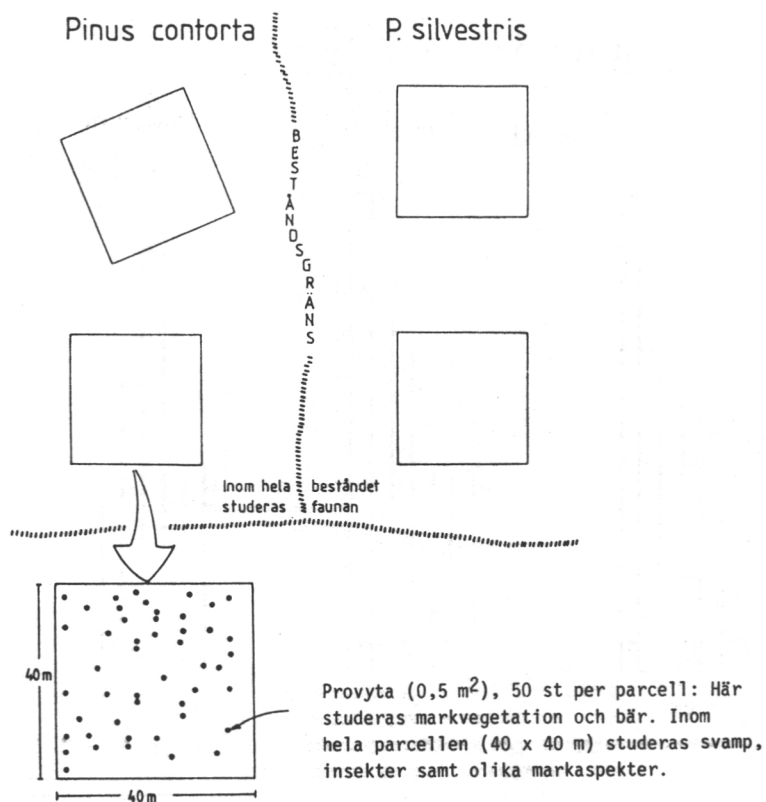
Den officiella svenska statistik som redovisar den andel av bären och svamparna som går genom handeln, är utomordentligt bristfällig. Endast vissa kvantiteter, som går på export, torde vara baserade på mera tillförlitliga siffror.

Ytterligare en synpunkt på detta avsnitt. De stora ansträngningar som från myndigheternas sida görs för att utvidga den kommersiella delen av bär och svamp-plockningen är givetvis värdefulla och tilldrar sig stort intresse. Men denna del torde aldrig kunna mäta sig med det rekreativa tillgodogörandet, oavsett vilket värdemått man än lägger i botten för en redogörelse.

Fasta försök

Då det, som ovan framförts, varit ganska stora svårigheter att utreda hur olika skogsbruksåtgärder påverkar bär- och svampavkastningen beslöt vi fr o m 1976 att utvidga verksamheten med fältexperiment. I dessa försök har vi valt ut skogsbestånd eller vegetationstyper, vilka från början haft stor täckning av bärris och därmed förhoppningsvis kunde förväntas ge stora bärskördar. Försöken är således inte representativa i någon större utsträckning eftersom inga resurser stått till buds för att åstadkomma en ur statistisk synvinkel mera adekvat försöksutläggning. I princip har utläggningen gått så till att vi stakat ett antal parceller i det aktuella beståndet

(se figur 2). Efter lottning har dessa fördelats på åtgärder. Parcellerna är som regel 1 600 m², men kan efter skogens ålder variera mellan 2 500 - 900 m². Den senare siffran gäller yngre gallringsskog. Inom parcellen har vi lottat ut ett större antal smårutor, i vilkas gränser vi nedsatt trästickor. Smårutorna är 2 m² stora (1 x 2 m) och på dessa beskrivs vegetationen och dennas förändring över tiden. På dessa plockas även bär. För svampplockning kommer hela parcellen till användning. Metodiken finns relativt utförligt beskriven i KARDELL & WÄRNE 1981. Arbetet har med denna metodik fungerat väl och det enda vi skulle vilja ändra på är smårutornas storlek. I viss typ av högvuxen vegetation kan observationsytan vara svår att överblicka. Vi har därför under de senaste två åren gått över till cirkulära ytor om 0,5 m² storlek och i samband med detta ökat antalet smårutor på de olika parcellerna.



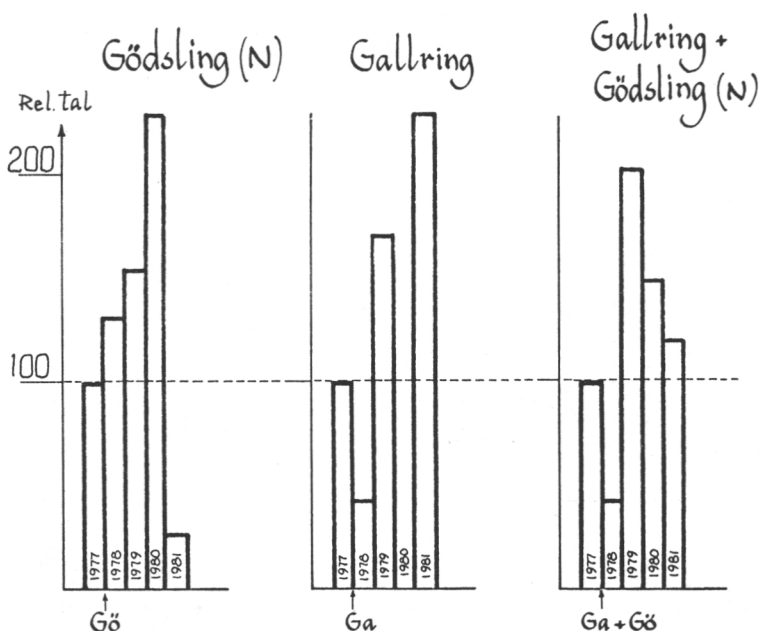
Figur 2. Principiell uppläggning av contortaförsöken i ungskog. Exemplet är hämtat från försökslokalen Julåsen.

De typer av försök vi lagt ut och successivt följer med årliga mätningar framgår av följande uppställning:

FÖRSÖKSTYP		SKOGSSKÖTSELÅTGÄRDER
Fastmarker	1976 - 1986	gallring, kvävegödsling, slutavverkning
Våtmarker	1978 - 1983	dikning, gödsling (NPK, PK)
Skogsenergi	1978 - 1984	stubbrytning, ristäkt
Contorta	1981 - 1985	olika trädslag (tall, gran, contortatall)

Vi har f n 55 försöksfält utlagda på olika håll i landet med mer än 6 000 observationsytor. Vårt mål är att kunna följa dessa under en 10-årsperiod. En del enkla resultat är f n publicerade, men den första mera omfattande studien torde föreligga i tryck våren 1983. Den gäller då de resultat vi fått fram på våra fastmarksförsök under åren 1976 - 1981 (jfr figur 3).

Produktion av blåbär



Figur 3. Den relativa produktionen av blåbär 1977 - 1981 i fem fasta försök. ERIKSSON & KARDELL 1983 (i manuskript).

Enligt vår bedömning har försöksytorna fungerat väl för sitt syfte och de enda mera påtagliga bekymmer vi haft gäller svamplockningen. En svårighet ligger i att ytorna för detta ändamål är väl stora och därmed ej helt överblickbara. Men det största problemet har varit att få tag på lokalt kunniga och intresserade svamplockare. Det kommer att bli en hel del svårigheter med sammanställningen av svampmaterialet, då olika plockare har haft högst olika uppfattning om begreppet matsvamp.

Under ett antal år plockade vi bär på kvävegödslade ytor för undersökning av bärens smak. Vi fann bl a att en gödsling i de flesta fall medförde en fullt förnimbar smakförsämring som bestod under två år efter gödslingens genomförande. Resultaten gäller i huvudsak för blåbär (KARDELL m fl 1981).

Några sensationella resultat, utöver vad man från början hade på känn, har vi inte uppnått. Men värdet av arbetet torde i främsta hand komma att ligga på ett rent argumentationsplan. Man kan i seriösa debatter om skogsbrukets miljöeffekter inte gå förbi de effekter vi kunnat fastställa.

Kulturhistoria

I samband med de arbeten vi genomfört på bär- och svampsidan har givetvis mitt intresse väckts för att sätta in bären och svamparna i ett kulturhistoriskt sammanhang. Mest intresserad har jag varit av att kunna förstå den gamla germanska motviljan mot att äta svamp, som fortfarande är fullt märkbar i det svenska samhället. Jag har dessvärre inte kunnat komma med någon helt klar hypotes om den tänkbara orsaken till detta märkliga fenomen.

Det framgår också klart att bären alltid haft en liten roll i den svenska allmogekosten, vilket jag ansett bero på deras låga energiinnehåll. Man är ständigt hungrig om man skall leva på bär. Dessutom inföll bärsäsongen under bondens brådaste arbetstid, varför det inte fanns mycket tid över till insamling av en produkt, som var mindre värdefull.

Först i och med uppkomsten av ett landsbygdsproletariat under förra delen av 1800-talet blir det lite mera intresse för bärplockning. Detta sammanhänger med att kommunikationerna utvecklades och en bärmarknad uppstod i städer och tätorter. På 1880-talet uppträder tyskarna som stora köpare av lingon och vi får under en mansålder en väldig aktivitet i våra skogar, där bärplockning ger ett värdefullt ekonomiskt bidrag till fattiga människor. Denna möjlighet försvinner i och med det första världskriget och bärplockningen har sedan aldrig nått de nivåer den hade tidigare. I samband med sekelskiftets aktivitet i bärskogarna sattes allemansrätten delvis ur spel. När bären blev ekonomiskt intressanta försökte markägarna förbjuda andra att plocka, men de ansträngningar som gjordes för att få detta upphöjt till lag blev aldrig framgångsrika, vilket sammanhängde med de betydande försörjningsproblem som uppstod i samband med det första världskriget. I vårt arbete om blåbär, lingon och hallon på skogsmark (ERIKSSON m fl 1979) har jag skrivit en större kulturhistorisk exposé över dessa arter. På samma sätt återfinns myrbärens kulturhistoria i KARDELL & CARLSSON 1982. Synpunkter på svamparnas användning i det svenska kosthållet finns i KARDELL & ERIKSSON 1980 samt KARDELL m fl 1980. I ett antal fristående arbeten har jag sammanställt en del kulturhistoriskt material (KARDELL 1980b, 1981a+b, 1982).

Framtiden

Försöken skall fullföljas och det största problemet inför framtiden blir säkert av rent finansiell natur. Vissa mindre utvidgningar planeras. Men då intresset för att kommersiellt utvidga bär- och svamphanteringen är lågt blir det säkerligen knappast utrymme för de ur min synvinkel mest intressanta följdprojekten, nämligen de att börja odla mer viktiga bärslag och kanske även svampar.

LITTERATUR

De arbeten vi hittills publicerat förtecknas i nedanstående uppställning. Även om ett par arbeten bygger på sammanställningar av tidigare större undersökningar finns det i varje uppsats något nytt eller någon annorlunda vinkling på problemen.

De i mina arbeten förekommande litteraturlistorna täcker den svenska litteraturen relativt väl. Det förekommer dock en del mistor vad avser mera svårtillgängliga stenciler, speciellt vad avser en del smärre försök i syfte att odla lingon och hjortron. Dessutom är delar av den botaniska litteraturen på det systematiska området relativt styvmoderligt återgiven.

ERIKSSON, L., KARDELL, L. & INGELÖG, T. 1978. Skogen full av bär. Forskning och Framsteg 6:21-32.

" 1978. Blåbär, lingon, hallon. Förekomst och bärproduktion i Sverige 1974-1977. Sveriges lantbruksuniversitet, avd för landskapsvård, rapport nr 16.

HULTMAN, S. 1979. Skogen och friluftslivet - vad tycker du? Prel resultat från en enkätundersökning. Avd för landskapsvård, PM 1979-01-15.

KARDELL, L. 1979. Talltorpsmon - ett rekreationsområde i Åtvidaberg. Sveriges lantbruksuniversitet, avd för landskapsvård, rapport nr 17.

" 1980a. Skogliga landskapsvårdsförsök på Tagel 1973-1978. Sveriges lantbruksuniversitet, avd för landskapsvård, rapport nr 18.

" 1980b. Skogsmarkens bär och svampar - en hotad resurs? Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 78(5):5-19.

" 1980c. Occurrence and production of bilberry, lingonberry and raspberry in Sweden's forests. Forest Ecology and Management, 2:285-298.

" 1980d. Forest Berries and Mushrooms. An endangered Resource? AMBIO IX(5):241-247.

" 1981a. Allemansbär och allemanssvamp. Spår 5:22-24.

" 1981b. Svamp - en outnyttjad resurs. Turist 49(5):12-13.

" 1982. Nötter och lingon. Skogen. Julnummer.

" & ERIKSSON, L. 1980. Murklor - en ekonomisk tillgång? Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 78(5):21-44.

- " & WÄRNE, C. 1981. Stubbar och ris - blåbär och lingon. Utläggning av skogenergiförsök 1978-1980. Sveriges lantbruksuniversitet, avd för landskapsvård, rapport nr 21.
- " & CARLSSON, E. 1982. Hjortron, tranbär, lingon. Förekomst och bärproduktion i Sverige 1978-1980. Sveriges lantbruksuniversitet, avd för landskapsvård, rapport nr 25.
- " & JOHANSSON, M-L. 1982. Gislavedsborna och torvmarksdikning. En attitydstudie. Sveriges lantbruksuniversitet, avd för landskapsvård, rapport nr 26.
- " & ERIKSSON, L. & RYDBERG, U. 1981. Smak- och mängdförändringar på kvävegödslade blåbär och lingon. Vår Föda 33:214-226.
- " , PERSSON, O., CARLSSON, E. & ERIKSSON, L. 1980. Skogsmarkens produktion av marksvampar. Svensk Botanisk Tidskrift 74(2): 99-102.

RESEARCH ON CLOUDBERRY IN NORWAY

Olavi Junttila¹⁾, Jarle Nilsen¹⁾ and Kåre Rapp²⁾

- 1) Institute of Biology and Geology
University of Tromsø
Tromsø, Norway
- 2) Holt Agricultural Research Station
Tromsø, Norway

Introduction

The production of wild berries, including cloudberry, is rather limited in Norway, and considerable quantities of cloudberry and cowberry are imported every year. In spite of this, the research work on cloudberry has long tradition in Norway. Already about 60 years ago RESVOLL (1925, 1929) made studies on distribution, morphology and biology of cloudberry, and in 1933 a small cultivation experiment was founded at Holt research station. Interest for cultivation of cloudberry increased in the 1950's (AGER-HANSEN 1951, JOHANSEN 1951) and several investigations were started. Results from these early studies have been published by BYTTINGSRUD (1955), SANDVED (1957), LID et al. 1961, and ØSTGÅRD (1964). These studies, as well as those of SÆBØ (1968, 1970, 1973) on mineral nutrition of cloudberry are already well known in Finland.

In this paper we give a short review on some more recent research on cloudberry. This work has mainly been done at the Holt Agricultural Research Station and at the University of Tromsø.

Fertilization and cultivation

Results from the first fertilization experiments on cloudberry were rather variable and positive response was obtained in a few cases only (ØSTGÅRD 1964). However, investigations of ARNTZEN (1976) clearly showed that ditching and fertilization of bogs at the Andøya island in 1960 still had a significant positive effect on the growth of cloudberry in 1973 - 1975. ARNTZEN (1976) analysed the mineral content in cloudberry and he has indicated optimum values for N, P, K, Ca and Mg in the shoots of cloud-

berry at the time of flowering. In Table 1 these values are compared to those for apple (LJONES 1968). As shown in Figure 1 the vegetative growth of cloudberry is quite closely related to the content of N and P in the shoots.

Table 1. Optimum contents of various minerals in shoots of cloudberry (ARNTZEN 1976) and in leaves of apple (LJONES 1968).

	Per cent of dry weight	
	Cloudberry	Apple
N	2,4 - 2,6	2,1 - 2,5
P	0,2	0,15 - 0,25
K	1,2 - 1,5	1,2 - 1,6
Ca	0,3 - 0,4	1,0 - 1,5
Mg	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3

ARNTZEN (1976) concentrated his study on the vegetative growth of cloudberry. STAVSET (1981) has recently published results from 10 year's observations of cloudberry yields, partly at the same experimental fields as those used by ARNTZEN (Fig. 3). According to Stavset the observed increase in berry yield makes fertilization profitable under the conditions of Andøya.

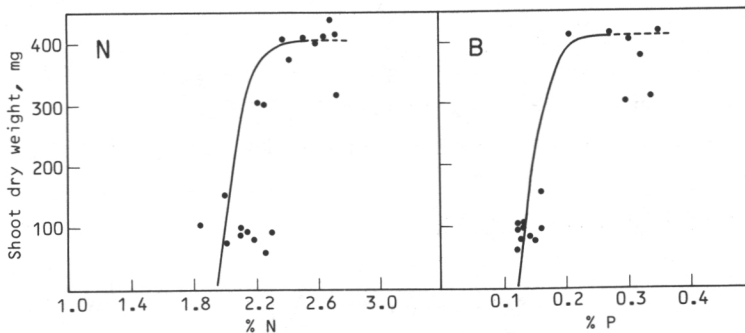


Figure 1. Cloudberry shoot dry weight in relation to its nitrogen (A) and phosphorus (B) content. Samples were collected at the time of flowering (ARNTZEN 1976).

In 1973 DAHL et al. reported that cloudberry could benefit from a deep-fertilization. Possibilities for a selective deep-fertilization of cloudberry were investigated further by RAPP (1977) and RAPP & STEENBERG (1977). As shown in Fig. 2 results from these studies were very promising. Based on these results fertilization at 15 - 30 cm dept with 50 - 60 g/m² NPK fertilizer at 8 to 10 years intervals is recommended (RAPP 1981). However, results from a large fertilization and cultivation project, started in 1974, have not yet been analysed, and these results may bring some adjustments to this recommendation.

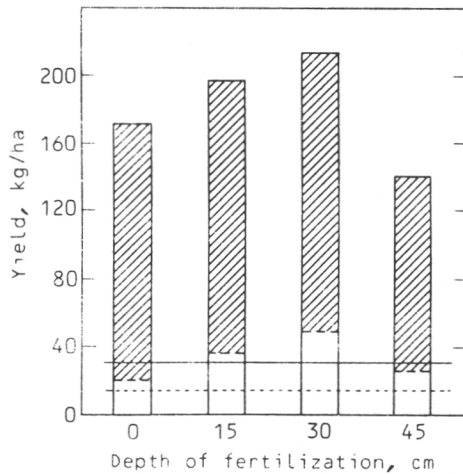


Figure 2. Cloudberry yield (kg/ha) as affected by fertilization with NPK (12-5-15 %, 600 kg/ha) on the surface (0 and at 15, 30 or 45 cm depth). The fields were fertilized in 1975. Results are means of four years (1976 - 1979). Unshaded parts of the columns give yields before the fertilization (1975). Broken line: control plot in 1975. Whole line: control plot, mean of 1976 - 1979. (RAPP 1981).

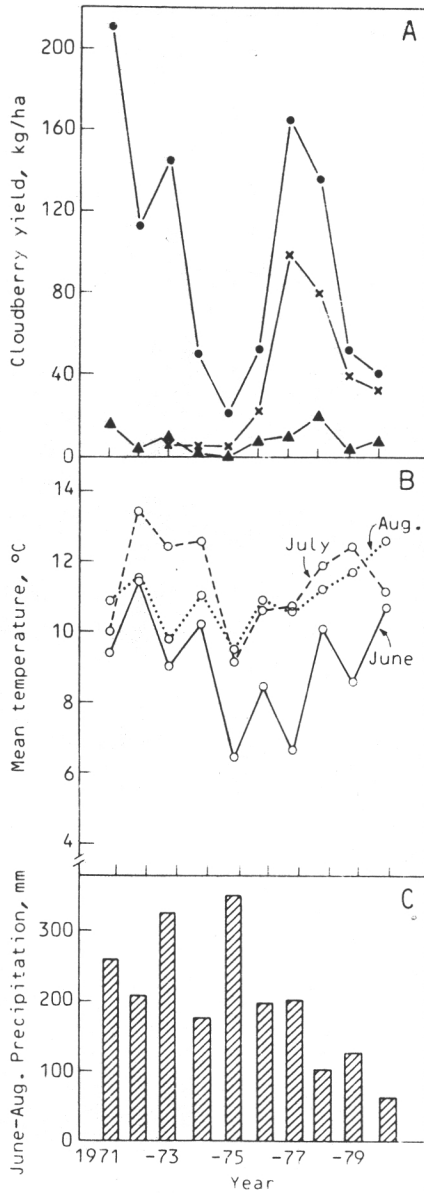


Figure 3A. Annual variation of cloudberry yields on untreated and fertilized plots at the Andøya island. Symbols: (▲) untreated bog; (●) fertilized with NPK, 300 kg/ha, in 1973 and 1976; (×) fertilized (1000 kg/ha phosphate and 500 kg/ha NPK), ditched and planted with spruce in 1960, and later fertilized twice with NPK, 500 kg/ha, between 1971 and 1980. (STAVSET 1981).

Figure 3B. Mean temperatures of June, July and August from 1971 to 1980 at the Andøya island (meteorological station).

Figure 3C. Precipitation in June - August from 1971 to 1980 at the Andøya island (meteorological station).

Results from phytotron experiments

Annual variation of cloudberry yields as demonstrated in Fig. 3 is a well known phenomenon. Reasons to such variation are complex but generally they are directly or indirectly related to the climate. In the case illustrated in Fig. 3 no significant correlations were found between cloudberry yields and parameters like mean temperatures of summer months (same or previous year), precipitation or the occurrence of night frost.

Effects of various climatic factors, such as temperature, radiation, moisture, etc. on the growth and the development of cloudberry are little known. Such studies are now in progress in the phytotron of the University of Tromsø. The purpose of these studies is to investigate the effects of temperature and light on the growth and the development of various ecotypes of cloudberry. The ecotypes originate from the following latitudes: 54°, 58°, 63°, 67°, 70° and 78°N. These experiments have not yet been terminated and only some preliminary observations are reported here.

Dormancy and chilling requirement

Both vegetative and generative buds of cloudberry are dormant in the fall. However, this dormancy is not very deep and after about 30 days' chilling at 0° or 3°C at least 25 % of the buds are able to break. The optimum chilling temperature is close to 0°C, and temperatures above 11 - 12°C do not have a chilling effect (NILSEN, unpublished).

Budbreak

After a chilling period of two to three months bud break in cloudberry is only slightly affected by temperature between 9° and 21°C (BOTTENGÅRD 1980, NILSEN, unpublished), and budbreak occurs equally well at 12 h and 24 h photoperiod. On the other hand, high temperature of the preceding season, given during the bud development, has a significant negative effect on budbreak (Table 2). Results in Table 2 also show

another point of interest: The northern ecotypes start growing earlier than the southern ones. Photoperiodic treatments given during the bud development had no after-effect on budbreak.

Table 2. Number of days from termination of chilling to budbreak in 50 % of the buds of various cloudberry ecotypes as affected by temperature of the previous season (NILSEN, unpublished).

Temperature °C, (year n)	Days to 50 % budbreak (year n+1)						
	Origin of the ecotype, lat.						
	54°	58°	63°	67°	70°	78°N	mean
9	12	12	8	8	8	6	9
15	16	16	11	10	12	8	12
21	18	18	13	12	15	10	14
Mean	15	15	11	10	12	8	

Flowering

The main effects of temperature and photoperiod on the flowering were similar to those described for the budbreak (Fig. 4). Effects of the current season temperature (9° to 21°C) and photoperiod (12 or 24 h) were negligible, while high temperature during bud development delayed the flowering. The southern ecotypes started flowering later than the northern ones.

The growth of shoots and leaves

The elongation growth of cloudberry shoots last only a couple of weeks. Both the shoot growth and the petiole elongation are stimulated by high temperature and long photoperiod (BOTTEGÅRD 1980, KAURIN et al. 1982).

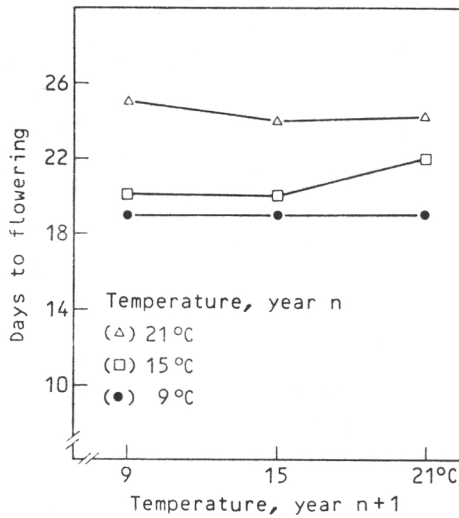


Figure 4. Number of days from the termination of the chilling treatment to the flowering as affected by the current (year n+1) and the previous (year n) season temperature. Ecotype from lat. 58°N. (NILSEN, unpublished).

Development of vegetative and generative buds

The number of buds per plant is generally positively correlated with the temperature between 9° and 21°C, but bud development is independent of photoperiod (Table 3). Bud formation was much higher in the most northern ecotypes than in the other ecotypes.

Table 3. Effects of temperature and photoperiod on number of buds per plant. Results are means of ecotypes from lat. 58°, 67° and 78°N (NILSEN, unpublished).

Temp. °C	Buds per plant		
	Photoperiod, h		Mean
	12	24	
9	4,3	3,7	4,0
15	5,8	5,2	5,5
21	6,4	8,1	7,3
Mean	5,5	5,7	

Differentiation of flower buds has not been studied so far. Observations on flowering indicate, however, that high temperature (21°C) reduces the number of flower buds (Table 4). Results in Table 4 and Table 5 clearly show that cloudberry plants are able to differentiate flower buds both under the short and the long day conditions. All the ecotypes studied seem to have a similar response to photoperiodic treatments showing no adaptation in this respect.

Table 4. Percentage of flowering plants (year n+1) as affected by the temperature and photoperiodic treatments given during the previous season (year n). Results are the means for ecotypes from lat. 58°, 67° and 78°N (NILSEN, unpublished).

Temp. (year n) °C	% flowering plants (year n+1)		
	Photoperiod, h (year n)		
	12	24	Mean
9	48	59	54
15	53	59	56
21	34	41	38
Mean	48	53	

Table 5. Percentage of flowering plants (year n+1) in various cloudberry ecotypes as affected by the previous season (year n) photoperiod. (NILSEN, unpublished).

Photoperiod, h (year n)	% flowering plants (year n+1)					
	Origin of the ecotype, lat.					
	54°	58°	63°	67°	70°	78°N
12	33	50	33	76	20	53
24	47	61	64	67	27	53
Mean	40	56	49	73	23	53

These preliminary results from the phytotron studies are highly interesting from the physiological point of view. In addition to a thorough analysis of these results, some further experiments are needed to study the differences among the various clones and ecotypes. A comparison of continental and maritime ecotypes is also of interest, and investigations of seedling populations from various areas should be initiated.

Frost hardiness

Some studies on frosthardsness of cloudberry buds and rhizomes have been carried out as well (RAPP & STUSHNOFF 1979, KAURIN et al. 1981, KAURIN et al. 1982). Results from these investigations can be summarised as follows: Frost hardiness of both buds and rhizomes shows a pronounced annual variation and the maximum values (-11° - -15°C for buds, -15° - -20°C for rhizomes) are obtained in midwinter. Increasing hardiness in the fall is induced by decreasing temperature. Photoperiod seems not to have a significant effect on hardening. Frost hardiness both in buds and in rhizomes showed a significant positive correlation with sucrose content. No significant differences were found in hardiness of cloudberry populations from the continental Pasvik valley and the maritime Andøya island.

Conclusion

Cloudberry yields on ombrotrophic bogs in Northern Norway can be significantly increased by a proper fertilization treatment. Deepfertilization with NPK (600 kg/ha) at the depth of 15 to 30 cm at 10 years intervals is currently recommended. Preliminary results from phytotron studies indicate that various ecotypes of cloudberry (from lat. 54° to 78°N) are able to differentiate flower buds equally well under 12 h and 24 h photoperiod. Flower buds are developed under a wide range of temperatures, but temperatures of 21°C or above seem to reduce the number of flower buds. Generally, northern ecotypes start growing and flowering earlier than

the southern ones when grown under similar climatic conditions. In all ecotypes studied so far both budbreak and flowering are delayed by high temperature given during the previous season.

REFERENCES

- AGER-HANSEN, A. 1951. Dyrking av molter. Medd. Norske Myrselsk. 49:5.
- ARNTZEN, H. 1976. Molte (*Rubus chamaemorus* L.). Vekst- og produksjonsøkologiske studier. Hovedoppgave, Univ. i Tromsø. 228 pp.
- BOTTENGÅRD, E. 1980. Virkning av temperatur og jordfuktighet på vekst og utvikling hos molte (*Rubus chamaemorus* L.). Hovedoppgave, Univ. i Tromsø. 112 pp.
- BYTTINGSRUD, A. 1955. Forsøk med gjødsling av molter i Finnmark. Våre nyttevekster 50(3):32.
- DAHL, E., KVITTINGEN, J. & SÆBØ, S. 1973. Orienterande forsøk med gjødsling av molte. Ny jord. 60:41-42.
- JOHANSEN, A. 1951. Kan vi dyrke molter? Medd. fra Det Norske Myrselsk. 49:12-17.
- KAURIN, Å., JUNTTILA, O. & HANSEN, J. 1981. Seasonal changes in frost hardiness in cloudberry (*Rubus chamaemorus*) in relation to carbohydrate content with special reference to sucrose. *Physiol. Plant.* 53:310-314.
- " , STUSHNOFF, C. & JUNTTILA, O. 1982. Vegetative growth and frost hardiness on cloudberry (*Rubus chamaemorus*) as affected by temperature and photoperiod. *Physiol. Plant.* 55:76-81.
- LID, J., LIE, O. & LØDDESØL, Aa. 1961. Orienterande forsøk med dyrking av molter. Medd. fra Det Norske Myrselsk. 59:1-26.
- LJONES, B. 1968. Gjødsling av frukttre og bærvekster. I Håndbok i Gjødsling (ed. G. Uhlen): 204-225. Bøndernes Forlag, Oslo.
- RAPP, K. 1977. Gjødsling med radioaktivt fosfor til forskjellige dybder (selektiv gjødsling) i moltemyr. *Norden* 81:216-217.
- " 1981. Kultivering av moltemyr. Landbrukets årbok 1981: 270-275.
- " & STEENBERG, K. 1977. Studies of phosphorus uptake from different depths in cloudberry mires using P^{32} - labelled fertilizer. *Acta Agric. Scand.* 27:319-325.

- " & STUSHNOFF, C. 1979. Artificial freezing of **Rubus chamaemorus** L. for estimation of genetic components of cold hardiness. Meld. Norges landbr. høgsk. 58(15):1-14.
- RESVOLL, T.R. 1925. **Rubus chamaemorus** L. Die geographische Verbreitung der Pflanze und ihre Verbreitungsmittel. Veröff. Geobot. Inst. Rübél 3:224-241.
- " 1929. **Rubus chamaemorus** L. A morphological - biological study. Nytt Mag. Naturvitensk. 67:55-129.
- SANDVED, G. 1959. Undersøkelser over pollineringen hos molte (**Rubus chamaemorus** L.). Norden 62(3):54-55.
- STAVSET, K. 1981. Avlingskontroll av molter. Registeringer, åra 1971 - 1980 i Andøya. Jord og Myr 5(3):60-65.
- SÆBØ, S. 1968. The autecology of **Rubus chamaemorus** L. I. Phosphorus economy of **Rubus chamaemorus** in an ombrotrophic mire. Meld. Norges landbr.høgsk. 47(1):1-67.
- " 1970. The autecology of **Rubus chamaemorus** L. II. Nitrogen economy of **Rubus chamaemorus** in an ombrothophic mire. Meld. Norges landbr.høgsk. 49(9):1-37.
- " 1973. The autecology of **Rubus chamaemorus** L. III. Some aspects of calcium and magnesium nutrition of **Rubus chamaemorus** in an ombrotrophic mire. Meld. Norges landbr.-høgsk. 52(5):1-29.
- ØSTGÅRD, O. 1964. Molteundersøkelser i Nord-Norge. Forskn. fors. Landbr. 15:409-444.

METSÄMARJOJEMME TALVEHTIMISEN EKOLOGIASTA

Paavo Havas
Oulun yliopisto
Kasvitieteen laitos
PL 191, 90101 OULU 10

Syvällistä ekologista tietoa luonnonkasviemme - myös luonnonmarjojemme - ekologiasta on olemassa verraten niukasti. Tämä on käynyt ilmi sitä selvemmin, mitä useammin katseet ovat kääntyneet luonnonmarjojemme sadonvarmistuksen tehostamiseen tai näiden kasvien mahdolliseen viljelyyn. Useimmat luonnonmarjamme poikkeavat ekologiaaltaan monessa suhteessa etelästä tuotettujen viljelykasvien ekologiasta. Ovathan luonnonmarjamme pääsääntöisesti karujen kasvupaikkojen lajeja, jotkut jopa suokasveja. Useimmilla luonnonmarjoilla on "mukanaan" sienihyfyfistö (mykoritsa), jonka ekologia olisi myös tunnettava viljelyä aloitettaessa. Jotkut luonnonmarjamme ovat ikivihreitä, ja kaikkien niiden on mukauduttava pitkän talven tuomiin erityisongelmiin.

Suomalaisesta metsästä saatavissa oleva tietous on valtaosiltaan keskittynyt puihin ja niiden ekologiaan. Tämä on luonnollista metsätaloutemme suuren merkityksen huomioonottaen. Kuitenkin metsä pitäisi entistä useammin nähdä kokonaisena eliöyhteisönä: metsän kaikki osakkaat ovat vuorovaikutussuhteissa keskenään. Niinpä näyttää ilmeiseltä, että metsän aluskasvit - siis metsämarjammekin - vaikuttavat puiden ravinto- ja vesitalouteen enemmän kuin usein luullaan. Metsiemme aluskasveista useimmat ovat nopeakasvuisempia kuin puut, hajoavat myös verraten nopeasti ja sisältävät monia ravinteita (painoysikköä kohti) enemmän kuin puut. Sitäpaitsi suomalainen metsä on yleensä niin valoisa, että siellä on hyvät edellytykset muodostua paljon biomassaa metsän pohjallakin.

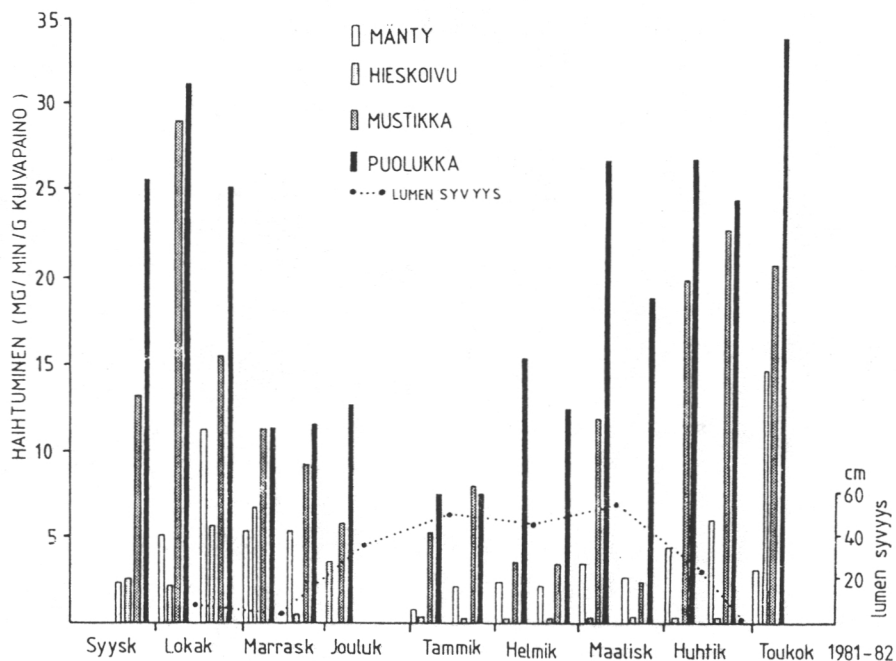
On siis monia syitä lisätä luonnonmarjojemme ekologiaan kohdistuvaa tutkimustyötä. Eikä tietenkään pelkästään sovellettavaa tutkimusta, vaan myös perustutkimusta. Näissä pohjoisissa oloissa tarjoutuu tutkijalle lukuisia sellaisia tehtäviä, joita muualla ei voida tutkia.

Esitän seuraavassa joitakin esimerkkejä siitä ongelmanasettelusta, joka on luonut pohjaa metsäkasveihin kohdistuvalle tutkimustyöllemme. Vähän karrikoiden voisin sanoa, että olemme paneutuneet vain kahteen kysymykseen: mikä osuus metsiemme aluskasveilla on koko ekosysteemissä ja millainen on metsäkasviemme talvehtimisen luonne? Olemme pyrkineet tunkeutumaan talvella myös lumen alle, niin vaikeaa kuin se onkin. Onko lumen alla tasaisen "lämpimässä" ja kosteassa, mutta puolisen vuotta kestävässä pimeydessä talvilepo erilainen kuin lumen päällä esimerkiksi puilla? Miten paljon energiaa kuluu lumen sisässä talvehtivissa solukoissa lumen päällisiin verrattuna? Miten paljon puolestaan vettä "säästyy" lumisuojaissa?

Pyrkimyksemme olisi jotenkin numerollisesti ilmaista erilaisien kasvien talvilevon syvyyttä ja talven aikaista vaihtelua sekä talvisen ekologisen stressin ankaruutta. Tällainen näkökulma saattaa olla aiheellinen mm. silloin, kun pyritään etsimään sietokyvyn rajoja.

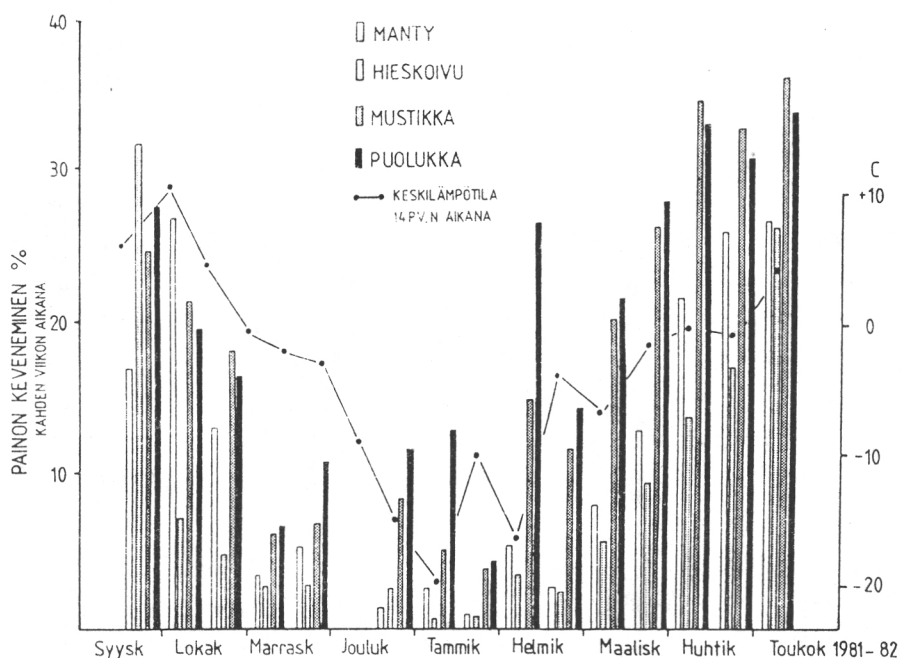
Tällaisten "rajojen" etsimisellä saattaa olla merkitystä luonnon hoidonkin kannalta: ihmisen aikaansaama lisästressi on ainakin helpompi ymmärtää, kun tunnetaan luonnolliset stressit. On kuitenkin korostettava näkökulman kaavamaisuutta: todellisuudessa on varsin vaikea erottaa toisistaan ympäristön ohjaamaa rytmiä ja lajin (tai yksilön) omaa ns. "sisäistä" rytmiä. Tämäntapaiseen erotteluun voidaan tietysti pyrkiä esimerkiksi tutkimalla elintoimintojen (kuten hengityksen, fotosynteesin tai transpiraation) vilkkautta toisaalta ulkona talvehtivissa ja toisaalta vakio-olosuhteissa (sisällä) pidetyissä kasveissa.

Kuvissa 1 ja 2 esitän pari esimerkkiä metsäkasvienne talvisen vesitalouden mittauksista. Tällaiset mittaukset ovat menetelmällisessä mielessä vaikeita varsinkin talviolosuhteissa, vaikka kysymys onkin yksinkertaisesta asiasta. Olemme joutuneet kehittelemään mittausmenetelmiäkin. Transpiraation mitausta varten olemme rakentamassa aivan uutta laitetta. Kuvassa 1 esitetyt tulokset on saatu käyttäen kyseistä mittauslaitetta. Kasveja on tässä tapauksessa pidetty sisällä kasvatuskaapissa "kesäolosuhteissa" noin 6 tuntia ennen transpiraation mittausta. Keskitalvella ei näin lyhytaikainen lämpö vielä ehdi herättää transpiraatiota (varsinkaan po. puilla). Mutta kevättalvella, helmi-maaliskuulla, on varsinkin puolukan talvilepo jo kevyt tältä osin. Yllättävän voimakasta on puolukan transpiraatio kaikenkaikkiaan mm. mustikkaan verrattuna.



Kuva 1. Eräiden metsäkasvien veden haihdutuksen ajallinen vaihtelu talven mittaan. Oksat tuotu luonnosta noin 6 tuntia ennen mittausta laboratorioon (lämpötila +18°C, kosteus n. 55 %). Mittaus tehty Humikap-kosteusmittaria hyväksikäyttäen.

Kuvassa 2 on esitetty samojen kasvien painon kevenemistä ulko-olosuhteissa (muovikatoksessa roikkuvissa oksissa). Keskitalvella ei kylmyyden vuoksi vettä tietenkään paljon haihdu edes lumen päälle sijoitetuista oksista. Mutta pitkän talven mittaana saattaisivat kyllä puolukka ja mustikka kuivua liikaa, jollei niillä olisi lumisuojaa. Tässäkin asetelmassa näkyy puolukan suuri kyky "menettää" vettä. Vasta myöhään keväällä kasvaa mustikan keveneminen yhtä suureksi puolukan kanssa.



Kuva 2. Eräiden metsäkasvien painon keveneminen (= veden haihtuminen) kahdessa viikossa ulkona (muovikatoksessa roikkuvissa oksissa).

Eri talvet ovat ekologisilta olosuhteiltaan erilaisia. Mittauksia olisi siis kerättävä monen vuoden ajan yleiskuvan saamiseksi. Oulussa olemme mitanneet vasta parina talvena metsämarjojemme vesi- ja energiataloutta. Energiataloudessa on päähuomionamme kohdistunut hengitykseen, siis energian kulutukseen. Olemme kartoittaneet vähän myös eri alueilta peräisin olevien metsämarjojen ekofysiologisia eroja. Tätä tarkoitusta varten olemme koonneet eri alkuperiä olevaa mustikka- ja puolukka-aineistoa uuteen kasvitieteelliseen putarhaamme.

SUOMEN LUONNONMARJAT, ILMASTO JA SÄÄ

Reijo Solantie
Ilmatieteen laitos
PL 503, 00101 HELSINKI 10

Marjat ja ilmasto alueittain

Taloudellisesti merkittävien luonnonmarjojemme menestyminen riippuu suuresti ilmastosta. Ilmasto-oloilla ja kasvipeitteellä on suuri merkitys veden kiertokulussa.

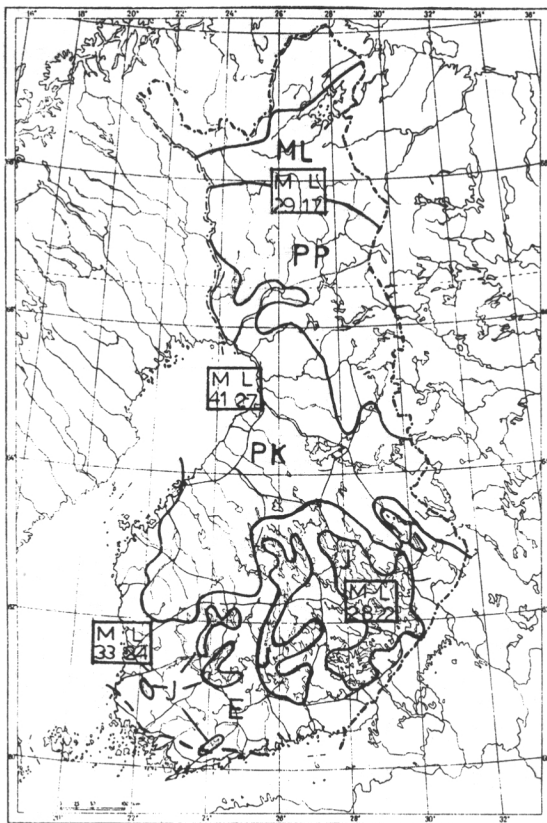
Suomi kuuluu lähes kokonaan Fennoskandian peruskalliolaataan, niin ettei kallioperä vaikuta ratkaisevasti kasvillisuuden alueellisuuteen. Siten erityisesti Suomessa voidaan ilmaston, hydrologian ja kasvillisuuden välistä vuorovaikutusta tarkastella pääkasvillisuusvyöhykkeittäin (kuva 1).

Oheinen selvitys on pääosin yhteenveto SOLANTIEN (1974, 1982) tutkimuksista. Marjojen esiintymisrunsaus perustuu KUJALAN (1965) ja KALELAN (1961) tutkimuksiin.

Kasvukauden aikana maaperän kuivuus ja lämpötila kasvavat etelään päin. Pohjoiseen päin lisääntyvän kosteuden myötä myös maaperän ravinteiden huuhtoutuneisuus lisääntyy, mikä aiheuttaa ilmaston kylmenemisen ohella vaatelioiden kasvien vähenemisen vyöhyke vyöhykkeeltä. Seuraavissa kappaleissa esitetään luonnonmarjojen menestyminen vyöhykkeittäin.

Etelä-Suomi (E+J)

Vaateliainmat marjamme vadelma ja ahomansikka ovat yleisiä lajeja vain Etelä-Suomessa. Hallatuhot ovat etenkin mustikalla yleisiä, runsasjärvisillä alueilla ja meren saaristossa kuitenkin vähäisiä. Mustikka kärsii joskus pakkastuhoista alueen länsiosissa mantereella. Kuivuus rajoittaa mustikan ja puolukan marjomista kuivissa ja kuivahkoissa metsätyypeissä ja runsaan puuston aiheuttama varjoisuus taas rajoittaa



Kuva 1. Pääkasvillisuusvyöhykkeet KALELAN (1959) ja KALLIOLAN (1973) mukaan.

ML = Metsä-Lappi

PP = Peräpohjola

PK = Pohjanmaa-Kainuu

E+J = Etelä-Suomi (jaettu tässä tutkimuksessa osaluokkiin J ja E)

J = Etelä-Suomen runsasjärviset alueet

E = Etelä-Suomen vähäjärviset alueet

Ilmastollisesti tammivyöhyke on (katkoviivan lounaispuolella) marjojen kannalta melkein Etelä-Suomen (E+J) kaltainen. Hallakatoriskit (%) mustikalle (M) ja lakalle (L) suorakulmioissa.

puolukan marjomista tuoreissa metsätyypeissä. Hyvin marjovan puolukan ekologinen lokero on melko pieni. Mustikkavyöhykkeenä alue on hyvä; mustikkatyyppin metsät ovat yleisiä. Ilmaston kuivuuden takia soita on vähän ja ne voidaan usein ojittamalla muuttaa kankaiksi. Lakka on kärsinyt ojituksesta pahoin. Sen hallanarkuus kukkimisaikana on kohtalainen runsasjärvisillä seuduilla ja etenkin meren saaristossa vähäinen. Karpalolla

on E+J:ssä taloudellista merkitystä. Se on enimmäkseen isokarpaloa, jonka hehtaarisato voi olla 500 kg/ha (RUUHIJÄRVI 1974, KUJALA 1965). Sen kasvupaikat ovat usein lampia reunustavia vetisiä saranevoja, joita on vaikea ojittaa. Edelleen E+J on ainoa vyöhyke, jossa karpaloita ei myöhäissyksyllä tarvitse yleensä poimia sormet kohmeessa. Alueen pohjoisosissa esiintyy puolukka jonkin verran runsaampana, ja mesimarja esiintyy säännöllisesti marjovana alueen koillisosassa (SAASTAMOINEN 1930).

Pohjanmaa-Kainuu (PK)

Vadelma ja ahomansikka esiintyvät paikoin Etelä-Suomen rajan läheisyydessä. Mesimarja marjoo parhaiten tällä vyöhykkeellä (SAASTAMOINEN 1930). Puolukka kärsii varjoisuudesta ja kuivuudesta huomattavasti vähemmän kuin Etelä-Suomessa ja sille edullisin metsätyyppi, EVT, on yleisin. Siten PK on ainoa vyöhyke, jossa puolukka marjoo mustikkaa runsaammin. Mustikan asemaa puolukkaan nähden heikentävät usein toistuvat hallakadot tällä vyöhykkeellä.

Lakka ja isokarpalo ovat yleisiä. Lakka on kärsinyt ojituksesta ja kärsii joinakin vuosina halloista. Eräillä seuduilla, etenkin alueen pohjoisosassa lakka on taloudellisesti merkittävä. Karpalo on satoisa, mutta kylmyys haittaa sadon korjaamista.

Pohjanmaa-Kainuun vyöhyke on marjastusalueena Suomen nomipuolisin, mutta myös hallanarimpana vaihteleva.

Peräpohjola (PP) ja Metsälappi (ML)

Halla koettelee mustikkaa vähemmän kuin PK:ssa, ja pakkastuhot ovat mahdollisia vain Enontekiön itäosassa ja Inarin alangossa. Kuivuuskaan ei ole mustikalle haitaksi missään metsätyypissä. Ilmeisesti mustikka on sopeutunut puolukkaa paremmin kylmään ilmastoon. Laihimilla mailla puolukka marjoo kuitenkin runsaimmin (SEPPONEN 1982).

Lakan hallariski on tällä alueella melko vähäinen. Isokarpalo on pikkukarpalon kanssa melko yleinen laajoilla soilla (RUUHI-JÄRVI 1974). Mustikka ja lakka ovat runsaasti marjovina vyöhykkeen tärkeimmät marjat.

Katoa aiheuttavista säätekijöistä

Kovat pakkaset tuhoavat kukanaiheet, jotka eivät ole lumen peitossa. SOLANTIE (1980a) on tutkinut mustikan pakkastuhoja. Mustikalla tuhoraja on $-32...-34^{\circ}\text{C}$ 2 metrin korkeudella. Tuhoja sattuu keskimäärin kerran pari vuosikymmenessä linjan Ylämaa-Tampere-Parkano-Oulu länsipuolella, ei kuitenkaan Suomenlahden ja Selkämeren rannikolla. Meteorologisen analyysin avulla tuhot voidaan todentaa heti sattumisensa jälkeen, siis n. 6 - 7 kk ennen satokautta.

Kesän kuivuuden vaikutusta marjasatoon voidaan kuvata esim. raakilevaiheen tai sen loppuosan sademäärillä normaaliin verrattuna. Mustikalla sitä on tutkinut SOLANTIE (1981). Mustikan erinomaisen sadon edellytyksenä on se, että parasta marjastuskautta edeltävän 2 kk:n vähimmäissademäärä on Etelä-Suomessa n. 120 %, Pohjanmaa-Kainuussa n. 100 % ja Peräpohjolassa n. 60 % normaalista. Kohtalaisen sadon edellytyksenä oleva raja on E:ssä n. 70 % (alitus keskim. kahdesti vuosikymmenessä) ja PK:ssa n. 40 % (alitus keskim. neljästi vuosisadassa). PP:ssa kuivuus ei ole koskaan vakavaksi haitaksi mustikalle. Puolukasta mainittakoon, että normaali sademäärä riittää kohtalaiseen satoon etelärannikolla (esim. v. 1982 Länsi-Uudellamaalla puolukkasato oli kohtalainen tai hyvä. Tällöin sekä kesä-elokuun että heinä-elokuun sademäärä oli tällä alueella normaali).

Raakilevaiheessa on arveltu erityisesti lakan kärsivän runsaista sateista ja pakkasista. Epäilykset ovat ilmeisesti aiheettomia. Vuonna 1981 satoi Uudellamaalla koko lakan raakilevaiheen ajan lähes joka päivä ja rankkojakin sateita esiintyi. Vuonna 1982 sattui raakilevaiheessa kova pakkasyö. Vuonna 1981 oli lakkasato erinomainen ja v. 1982 kohtalainen.

Kukkimisajan hallat

Halla haittaa marjomista tuhotessaan kukintoja. Mustikka kukkiessaan on erityisen altis hallatuhoille. Mustikan hallakatoalueita on tutkinut SOLANTIE (1981). Kukkimisajan halla aiheuttaa mustikan kadon, mikäli hallaisuudeltaan keskinkertaisella ilmatieteen laitoksen havaintoasemalla 2 m:n korkeudella mitattu yön minimilämpötila 3°C:lla vähennettynä (T_m) on negatiivinen.

Mustikka alkoi kukkia 1901 - 1930 Tampereella keskim. 22.5. (KALLIOLA 1959; lähtökohtana BROTHERUKSEN 1907 - 1925 ja REUTERIN 1921 - 1937 aineistot), jolloin keskilämpötila tänä kautena oli keskimäärin (T_{1-30}) +9,7°C. Kautena 1931 - 1960 keskilämpötila oli keskimäärin (T_{31-60}) 22.5. +10,2°C, ja +9,7°C saavutettiin 2 - 3 vrk aikaisemmin (lämpötilat arvioitu graafisen integroinnin avulla kuukauden keskilämpötiloista). Tämä 2 - 3 vrk:n ero pätee myös lakalle; se alkoi kukkia Tampereella kautena 1901 - 1930 keskimäärin 3.6 (sama lähde kuin mustikan kukinnalle), jolloin T_{1-30} oli +11,7°C ja T_{31-60} +12,2°C. Tässä tutkimuksessa lasketaan mustikan ja lakan hallakatoriskit 2 - 3 vrk kukkimisen jälkeen; ensimmäisten kukintojen tuhoutuessa voi myöhään kukkivien kasvupaikkojen sato pelastua kadolta. Hallariski laskettiin pääkasvillisuusvyöhykkeittäin jakamalla Etelä-Suomen kasvillisuusvyöhyke kuitenkin vähäjärviseen (E) ja runsasjärviseen (J) osaan, t.s. hallaisuudeltaan sisäisesti homogeenisiin, mutta toisistaan poikkeaviin alueisiin (SOLANTIE 1980b).

Se tehoisan lämpötilan kertymä, jossa mustikka alkaa kukkia, pienenee pohjoiseen SOLANTIEN (1981) karkean arvion mukaan siten, että se on keskimääräisen leveysasteen mukaan J:ssä (62°N) 2°C, PK:ssa (64°N) 10°C ja PP:ssä (66,5°N) n. 15°C pienempi kuin E:ssä (61,5°N). Tämä merkitsee sitä, että kun keskimääräinen vrk:n keskilämpötila on mustikan kukkiessa E:ssä 10,2°C, on se J:ssä 10,1°C, PK:ssa 9,8°C ja PP:ssä 9,2°C. Samoin lämpösummaeroin ovat asteluvut lakalle E:ssä 12,3°C, J:ssä 12,2°C, PK:ssa 11,9°C ja PP:ssä 12,4°C. Nämä lämpötilat saatiin etenemällä keskimääräistä lämpötilankulkua Kuopion lentoasemalla (J), Kajaanin kaupungissa (PK) ja Sodankylän observatoriossa

(PP) kuvaavia käyriä siihen päivämäärään asti, jossa k.o. tehoisan lämpötilan kertymä saavutetaan.

Sodankylässä, jossa kesäkuun alun voimakkaat kylmänpurkaukset keskeyttävät lämpötilannousun n. 8.6. - 18.6. ja jossa keskeytystä seuraa kylmänpurkausten vähetessä nopea lämpeneminen (kuten yleensäkin PP:ssä), käytettiin keskimääräisen lämpötilan nousua kuvaavaa käyrää laadittaessa apuna HARJAMAN & LAITISEN (1966) 5 vrk:n välisiä keskilämpötilanjakautumia sieltä.

Hallariskit (h) laskettiin näille asemille T_m :n negatiivisten arvojen todennäköisyyksinä kauden 1931 - 1960 minimilämpötilajakautumista (HARJAMA & LAITINEN 1970) kukkimisvaiheita vastaavina päivämäärinä (mustikalle Tampereella 22.5., Kuopiossa 28.5. ja Sodankylässä 6.6. sekä lakalle samassa järjestyksessä 3.6., 7.6. ja 19.6. Tampereen, Kuopion ja Kajaanin jakautumat on laskettu vuodesta 1931 lentoaseman toiminnan alkamisesta asti kaupunkiasemalla. Lentoasemien toiminta alkoi Tampereella v. 1948, Kuopiossa v. 1945 ja Kajaanissa v. 1956.

Keksilämpötilan ero oli kautena 1931 - 1960 keskim. Kuopiossa $0,9^{\circ}\text{C}$, Kajaanissa $0,6^{\circ}\text{C}$ ja Tampereella $0,3^{\circ}\text{C}$ vastaavaa aluekeskiarvoa pienempi. Siksi näiltä asemilta saadut hallariskit korjattiin edustaviksi aluearvoiksi lukemalla hallariskit $+3,0^{\circ}\text{C}$:een sijasta Kuopiossa $+3,9^{\circ}\text{C}$:ksi, Kajaanissa $+3,6^{\circ}\text{C}$:ksi ja Tampereella $+3,3^{\circ}\text{C}$:ksi. Hallariskien korjaukset olivat 2 - 8 prosenttiyksikköä. Näin saatujen negatiivisten T_m :n arvojen todennäköisyyksistä kehitettiin hallakatoriskit (hk). Suomessa on meteorologisen kokemuksen mukaan tavallisen kylmän ja lämpimän puolijakson käsittävän jakson pituus n. 11 - 14 vrk. Hallavuorokausista (H) ja hallattomista (L) muodostettiin sellaisia jaksoja, joissa H-jono oli HLHH ($h < 22\%$), HHLHH ($23\% \leq h < 32\%$), HHLHHH ($33\% \leq h < 42\%$) tai HHHLHHH ($h \geq 43\%$). Hallaöiden väliin laitettiin hallaton vuorokausi sään vaihtelua jäljitellen. Jakson pituudella (11 - 14 vrk) sekä laittamalla niitä 2 - 3 peräkkäin (esim. 11 + 12 vrk) säädettiin h havaitun

suuruiseksi. Kun $h < 20$ %, laitettiin peräkkäin kolme jaksoa, joista yksi oli hallaton. Jos jakson pituutta (vrk) merkitään N:llä ja H-päivien lukumäärää siinä N_H :llä, olivat sarjat (muodossa N_H/N) tai niiden muodostamat jonot seuraavat:

	E	J	PK	PP
Mustikka	6/14+6/13	5/13	6/12	6/13
Lakka	4/15	3/14	4/13+4/14	2x3/11+0/11

Hallakatoriskiin vaikuttaa se, millainen vuorokauden lämpötila-amplitudi on hallaisina ja hallattomina vuorokausina toisiinsa verrattuina. Tätä seikkaa tutkittiin olettamalla vuorokauden keskilämpötilan ja minimilämpötilan ero (KOLKKI 1966) yhtä suureksi kaikkina vuorokausina. Siten vuorokauden keskilämpötilan jakautumista voitiin suoraan johtaa vuorokauden minimilämpötilan jakautumat kullekin alueelle. Koska näin saaduista minimilämpötilan jakautumien arvioista lasketut hallakatoriskit ovat samaa suuruusluokkaa kuin suoraan minimilämpötilan jakautumista saadut, ovat lämpötilan vuorokausiamplitudit sekä hallaisina että hallattomina vuorokausina keskenään jokseenkin yhtä suuret. Siten keskilämpötilan jakautumista saadaan L- ja H-tilanteiden keskimääräiset vrk:n keski- ja äärilämpötilat:

		E		J		PK		PP	
		H	L	H	L	H	L	H	L
Mustikka	Maksimil.	11,5	18,5	10,5	17,5	11,5	18,5	9,5	17,5
	Keskil.	6,0	13,0	5,5	12,5	6,0	13,0	4,8	12,8
	Minimil.	0,0	7,0	0,0	7,0	0,0	7,0	-0,5	7,5
Lakka	Maksimil.	12,5	19,5	11,5	18,5	12,2	19,2	9,5	18,7
	Keskil.	7,0	14,0	6,5	13,5	6,7	13,5	4,8	14,0
	Minimil.	1,0	8,0	1,0	8,0	0,7	7,7	-0,5	8,7

Hallatuhot kohtaavat ilmeisesti lähinnä vain auenneita pölytymättömiä kukkia. Muuten ainakin mustikka joutuisi useimpina vuosina tuhon omaksi. Tähän viittaa myös se, että hallatuhovuosina olen aina löytänyt "oikeaan" aikaan kypsyviä hajarjoja, t.s. sellaisista kukista syntyneitä, jotka ovat

sattuneet heti auettuaan pölyttymään - mikä yllä olevien lämpötilojen perusteella käy H-päivinä yleensä päinsä, mutta vain lyhyen aikaa, toisin kuin L-päivinä. Kukinnan oletettiin tuhoutuvan sen alettua H-päivänä tai sitä edeltävänä L-päivänä. Kukinnan alkaminen oletettiin mahdolliseksi vain yli +5°C:een vuorokauden keskilämpötilassa, ja sen todennäköisyys oletettiin tätä lämpimämpinäkin H-päivinä vain T_H/T_L -kertaiseksi siihen verrattuna, mitä se on L-päivinä (T_H on vrk:n keskilämpötila miinus 5°C H-päivinä ja T_L vastaava arvo L-päivinä).

Merkittäessä H-päiviä edeltävien L-päivien lukumäärää N_H :lla saadaan yhtälö:

$$hk (\%) = \left\{ N_H T_L + N_H T_H \right\} \times 100 : \left\{ (N - N_H) T_L + N_H T_H \right\} .$$

h :n ja hk :n arvot (%) saatiin seuraavat:

		E	J	PK	PP
Mustikka	h	44	38	50	46
	hk	33	28	41	29
Lakka	h	27	21	30	18
	hk	24	22	27	17

Pitkille hallajaksoille (lähinnä mustikan kukkiessa) $hk < h$, koska $N_H : N_H$ on pieni.

Alueet J ja PP ovat E:tä ja PK:ta edullisemmat. J:ssä järvet jo kevätkesällä lämmittävät kylmimpiä öitä.

PP:ssä hallariski on mustikan kukkiessa samaa suuruusluokkaa ja lakan kukkiessa pienempi kuin J:ssä. PP:ssä kylmät jaksot ovat Jäämeren läheisyyden vuoksi niin "äkäisiä", että kukinta, toisin kuin muualla, keskeytyy niiden ajaksi. Toisin sanoen, kylmänpurkausten "äkäisyys" lieventää PP:ssä olennaisesti niiden yleisyyden aiheuttamaa isoa hallariskiä mustikalle. Välillisesti se pienentää lakan hallariskiä siirtäessään lakan kukinnan alkavaksi pahimpien kylmänpurkausten jälkeisiin verraten korkeisiin lämpötiloihin. Edelleen hallariskiä pienentää PP:ssä kesäyön auringon aiheuttama verraten pieni lämpötilan vuorokausiamplitudi.

Erityisesti mustikan kukkiessa (h:n pienetessä nopeasti) ovat h ja hk PK:ssa isompia kuin E:ssä, koska lämpötilan vuorokausiamplitudi on molemmissa sama, mutta kukinta alkaa PK:ssa alemmissa lämpötiloissa kuin PP:ssä. Koska PP ulottuu 62:lta 67:nnele leveysasteelle, tarkastellaan vielä hk:n eroja sen sisällä. Kesällä vrk:n keskimääräinen maksimilämpötila pienenee etelästä pohjoiseen selvästi läpi Suomen (SOLANTIE 1976). Vastaava minimilämpötila laskee paljon hitaammin. PP:n etelärajalta pohjoisrajalle se pysyy jokseenkin vakiona (SOLANTIE 1980b). Tästä seuraa, että vrk:n lämpötila-amplitudi pienenee PK:n sisällä pohjoiseen päin melko nopeasti, kautena 1931 - 1960 touko- ja kesäkuussa keskimäärin $0,32^{\circ}\text{C}/100\text{ km}$ (regressioanalyysiä sovellettu KOLKIN (1966) lämpötila-aineistoon). Siten vrk:n keski- ja minimilämpötilan ero on alueen eteläosassa (n. $62,5^{\circ}\text{N}$) n. $0,30^{\circ}\text{C}$ suurempi ja sen pohjoisosassa (n. 66°N) n. $0,35^{\circ}\text{C}$ pienempi kuin sen keskellä (64°N). Mustikan kukkiessa alueen eteläosassa n. $0,2^{\circ}\text{C}$ korkeammassa ja alueen pohjoisosassa n. $0,15^{\circ}\text{C}$ alemmissa keskilämpötiloissa kuin sen keskellä, ovat vrk:n minimilämpötilat alueen eteläosassa keskim. $0,1^{\circ}\text{C}$ alemmat ja pohjoisessa keskim. $0,2^{\circ}\text{C}$ korkeammat kuin PK:ssa keskimäärin. Lakalla vastaavat keskilämpötilaerot ovat eteläosalle n. $+0,15^{\circ}\text{C}$ ja pohjoisosalle n. $+0,1^{\circ}\text{C}$. Siten yöt ovat lakan kukkiessa alueen eteläosassa n. $0,15^{\circ}\text{C}$ kylmemmät ja alueen pohjoisosassa n. $0,25^{\circ}\text{C}$ lämpimämmät kuin sen keskellä. Tämä merkitsee sitä, että hallakatoriski on kummallakin marjalla PK:n eteläosassa 1 prosenttiyksikön suurempi ja sen pohjoisosassa 1 - 2 prosenttiyksikköä pienempi kuin PK:ssa keskimäärin. PK:ssa voidaan sen sisäisestä homogeenisuudesta huolimatta pitää eteläistä Suomenselkää alueena, jossa hallakatoriski on suurin Suomessa. Tämä johtopäätös voidaan yleistää muidenkin kasvien kukintaan. PK:n ankarista oloista on ehkä näkyvin osoitus se, että kuusi hallanarkana kasvina on siellä harvinaisempi kuin etelämpänä tai pohjoisempänä ja että raja E:tä vasten on eteläisellä Suomenselällä erityisen jyrkkä.

Marjojen kypsyminen ja sää

Marjojen kypsymisajankohdan kriteerinä on käytännöllistä käyttää tietoja kasvukauden lasketun tehoisan lämpötilan kertymän vakioarvon saavuttamisen ajankohtaa. Tämä vakioarvo riippuu marjalajin lisäksi leveysasteesta (pienenee pohjoiseen päin). Samalla paikkakunnallakaan se ei ole täsmälleen vakio, vaan riippuu hieman tehoisan lämpötilan kertymän poikkeamasta normaalista (pieneten alhaisia arvoja kohti) ja auringonpaisteesta (pieneten kohti suuria auringonpaistearvoja). Tehoisan lämpötilan kertymän laskeminen voidaan aloittaa aikaisintaan siitä, kun aukeat paljastuvat kokonaan lumesta (ja metsät noin puoleksi) ja viimeistään siitä, kun metsät paljastuvat kokonaan (parhaimmin marjovat paikat ovat valoisia).

Esimerkiksi otan mustikan, lakan, puolukan ja karpalon kypsymisen omien havaintojeni mukaan Länsi-Uudenmaan rannikkokuntien mannerosissa sääoloiltaan olennaisesti toisistaan poikkeavina kesinä 1981 ja 1982. Kypsymisellä tarkoitan ajankoh-
taa, jolloin "nopeudeltaan" keskinkertaisilla paikoilla melko epätasaisesti kypsyvästä lakasta n. 3/4 on kypsää, muut marjat jokseenkin kokonaan. Tehoisan lämpötilan kertymä laskettiin Helsinki-Vantaan lentoasemalla sellaisen kiinteän viisivuorokautisjakson alusta, jonka keskilämpötila on ensi kerran aukeiden kokonaan paljastuttua yli +5°C. Kesä 1981 oli hieman normaalia lämpimämpi (lämpötilankehitys heinä-elokuussa pari päivää normaalia edellä), mutta harvinaisen pilvinen. Kesä 1982 sen sijaan oli selvästi normaalia kylmempi (lämpötilankehitys kesä-heinäkuussa noin viikon normaalista jäljessä), mutta pilvisyydeltään suunnilleen normaali. Kesällä 1981 pilvisuus hidasti marjojen kypsymistä, kesällä 1982 taas aikatekijä sitä edisti. Kypsymiseen vaadittavan tehoisan lämpötilan kertymän (L_k) pitkäaikaista keskiarvoa voi siten approksimoida vuosien 1981 ja 1982 arvojen keskiarvolla. Merkittäessä edelleen kypsymispäivämääriä k :lla (omat havainnot) ja auringonpaistetuntien lukumäärän suhdetta kauden 1961 - 1978 vastaavaan arvoon AP:llä (arvot AP1:tä varten lakalle ja mustikalle ajalta 1.6. - 31.7. sekä puolukalle ja karpalolle

ajalta 1.6. - 31.8., AP2:ta verten arvot ajoilta 1.5. - 31.7. ja 1.5. - 31.8.), saadaan seuraavat tulokset:

	L _k (°C)		k		AP1 (%)		AP2 (%)	
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982
mustikka	630	570	15.7.	19.7.	76	102	91	100
lakka	760	690	27.7.	30.7.	76	102	91	100
puolukka	1170	1110	12.9.	12.9.	74	104	86	101
karpalo	1240	1150	25.9.	19.9.	74	104	86	101

Kaikki marjat reagoivat näiden kesien erilaisuuteen jokseenkin yhtä voimakkaasti, mikä näkyy siitä, että L_k:n erot vuosien 1981 ja 1982 välillä olivat kaikilla marjoilla jokseenkin samat. Tällä seikalla sekä sillä, että termisen kasvukauden kehitys oli kaikkien marjojen kypsymissvaiheessa v. 1982 jokseenkin saman verran (8 - 10 vrk) jäljessä vuoteen 1981 verrattuna, on varsin kiintoisa seuraus. Vuonna 1982 nimittäin mustikka ja lakka kypsyivät myöhemmin, puolukka yhtä aikaa, mutta karpalo selvästi aikaisemmin kuin v. 1981.

KIRJALLISUUTTA

- BROTHERUS, V. F. 1907-1925. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1903-1917. Bidrag t.känn. av Finlands natur och folk 64, 66, 71, 76-78, 80.
- HARJAMA, E. & LAITINEN, E. 1966. Vuorokauden keskilämpötilan jakautuminen muutamilla paikkakunnilla Suomessa. Ilmatieteellisen keskuslaitoksen tiedonantoja 10:1-19.
- " 1970. Maksimi- ja minimilämpötilojen jakautuminen eräillä Suomen paikkakunnilla vuosina 1931-1960. Ilmatieteen laitos. Tutkimusseloste 31:1-57.
- KALELA, A. 1961. Waldvegetationszonen Finnlands und ihre klimatischen Paralleltypen. Arch. Soc. Vanamo 16:65-68.
- KALLIOLA, R. 1959. Suomen luonto vuodenaikojen vaihtelussa. Luonnonkalenteri. Porvoo.
- " 1973. Suomen kasvimaantiede. 308 s. Porvoo-Helsinki.
- KOLKKI, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931-1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 65(1a):1-42.
- KUJALA, V. 1965. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys- ja yleissuhteista Suomessa. Vuosina 1951-1953 suoritettun valtakunnan III linja-arvioinnin tuloksia. Commun. Inst. For. Fenn. 59(1):1-137 + karttaliitteitä.
- REUTER (PIPPING), M. 1921-1937. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1901-1902, 1918-1930. Bidrag t.känn. av Finlands natur och folk 80, 85.
- RUUHIJÄRVI, R. 1974. Soiden karpalosadoista. Suo 25(2):25-30.
- SAASTAMOINEN, S. 1930. Mesimarja (*Rubus arcticus* L) Suomessa. Ann. Soc. Zool-Bot. Fenn. Vanamo 13:355-414.
- SEPPONEN, P. 1982. Kangasmetsätyypit ja metsien moninaiskäyttötutkimus Pohjois-Suomessa. Luonnontutkija 85:32-37.
- SOLANTIE, R. 1974. Kesän vesisateen vaikutus metsä- ja suokasvillisuuteen ja linnustoon sekä lämpötilojen välityksellä maatalouden toimintaedellytyksiin Suomessa. Silva Fennica 8(3):160-184.
- " 1980a. Kesän 1979 mustikkasato ja edellisen talven pakkaset. Maataloushallinnon aikakauskirja 2:5-8.
- " 1980b. Kesän yölämpötilojen ja hallojen alueellisuudesta Suomessa. Maataloushallinnon aikakauskirja 4:18-23.
- " 1981. Mustikkasadon riippuvuus kukkimisajan halloista ja kesän sädemääristä kesän 1980 havaintojen valossa Suomessa. Maataloushallinnon aikakauskirja 3:26-31.
- " 1982. Metsätyypit ja metsäkasvillisuusvyöhykkeet ilmaston yhteydessä tarkasteltuna. Metsä ja puu 9:4.

HALLA VARVIKOSSA

Tapio Lindholm
Helsingin yliopisto
Kasvitieteen laitos
Unioninkatu 44
00170 HELSINKI 17

Johdanto

Uusiutuvien luonnonvarojen hyödyntämisessä on tärkeää, että luonnonvaraa on riittävän säännöllisesti saatavissa. Metsissä tärkein luonnonvara on puu, jonka saatavuus ei ole vuosittain riippuvaista luonnonoloista. Toista on eräiden muiden luonnonvarojen kohdalla. Niinpä marja- ja sienisadot vaihtelevat vuosittain runsaasti. Lisäksi maamme eri osat ovat satoisuudessa varsin erilaisia. Usein jopa samallakin alueella sadon runsaudessa on suuria vaihteluita. Marjoja ja sieniä ei voi rinnastaa toisiinsa, mutta myös eri marjalajien kesken satoisuusvaihtelu on erilaista. Marjasatoihin vaikuttaa maankäyttö; onko suot ojitettu ja minkälaista on metsien hoito. Monet säätekijät kasvin elinkierron eri vaiheissa voivat vaikuttaa marjasatoihin. Eräs oleellinen marjontaan vaikuttava säätekijä on halla ja pakkanen. Useimmat marjakasvimme ovat varpuja, joten hallahavainnot varvuista antavat käsitystä siitä, kuinka kylmyys voi vaikuttaa marjasatoihin.

Kylmankestävyys eri vuodenaikoina

Varpujen kylmänkestävyys ei ole kaikkina vuodenaikoina samanlainen. Talvikautena versot joutuvat alttiiksi matalille lämpötiloille. Kylmänkestävyys on tärkeä ekofysiologisesti säädelty lumi- ja talvi-ilmaston monivuotisten kasvien ominaisuus. Vaikka lumi suojaa useimpia varpuja, on niiden selvittävä lämpötiloista, jotka vastaavat kovimpia pakkasiamme (LARCHER ja BAUER 1981). HAVAS (1965) on osoittanut, että lumisuhteilla on ratkaiseva merkitys varpuversojen selviämisessä talvesta.

Kylmänkestävyyden kehittyminen varvuilla liittyy niiden elinprosessien vuodenaikaiseen säätelyyn ja on siten luontainen osa kasvien vuodenaikaista sykliä (SARVAS 1974). Varvun kylmänkestävyyden kehittyminen liittyy talveentumiseen. Monissa tutkimuksissa on todettu (WEISER 1970, KACPERSKA-PALACZ 1978a ja b, TYURINA et al. 1978), että kylmänkestävyyden kehittyminen on monivaiheinen prosessi. Kylmänkestävyyden kehittymisen edellytys on kasvun päättyminen. Syksyn viilleissä lämpötiloissa (+5-0°C) kasville kehittyy kylmänsietokyky, jonka myötä kasvit kestävät kohtalaista kylmyyttä. Tässä vaiheessa kasvisoluihin liuenneiden hiilihydraattien määrä lisääntyy ja ne toimivat versojen pakkasnesteinä. Kun lämpötila syksyn edetessä laskee pysyvästi pakkasen puolelle, kasvit saavuttavat täydellisen kylmänkestävyyden, joka vastaa niiden potentiaalista kylmänsietoa. Lisääntynyt kylmänkestävyys perustuu solujen vesipitoisuuden laskuun ja sytoplasman kiinteytymiseen. Monilla kylmien seutujen kasveilla mm. puulajeillamme on kylmänkestävyydessä kolmas vaihe. Tällöin versojen on todettu kestävän nestemäisessä tyypessä jopa -196°C:n kylmyyttä (PARKER 1960, SAKAI 1960). Kylmänkestävyyden kehittyminen on suoraan sidoksissa kasvin muuhun talveentumisen ekofysiologiaan. Niinpä SARVAS (1974) yhdistää kylmänkestävyyden kehittymisen kaksi ensimmäistä vaihetta käsitteisiinsä dormanssi I ja dormanssi II.

Suomalaisen kasviekologisen tutkimuksen uranuurtaja Kihlmann pohti kylmänkestävyyden ongelmaa Kuolan tutkimuksissaan tehden mm. havainnon (KIHLMANN 1890) "In der Arktis findet man Hunderte von Pflanzen, die unbeschadet Temperaturen von -60°C und sogar heftige Schwankungen und wiederholtes Gefrieren und Wiederauftauen ertragen" (ks. myös BIEBL 1968). Ilman talvista kylmänkestävyyttä ei kesän kasvu ole mahdollista. Talviset pakkasvauriot ovat eräs marjakasvien tuottavuutta rajoittava tekijä. Pohjoiset kasvit ovat hyvin sopeutuneet mataliin talvilämpötiloihin, sillä se on niiden olemassaolon elinehto. Kylmänsietokyky on verrannollinen kylmyyteen, ja jos lämpötila nousee, vähenee myös kylmänsietokyky. Jos lämpötila jälleen laskee, palautuu myös kylmänsietokyky alhaisemmalle tasolle (LARCHER ja BAUER 1981). Äkkinäiset lämpötilan muutokset

voivat talvellakin jäädyttää kasvin. Kevään tullen kylmänkestävyys vähitellen heikkenee. Talvisen kylmänkestävyyden kehittyminen on kasvilta energiaa vaativa vaihe, johon niiden on käytettävä kesän tuotantoa. Energiataloudellisesti kasvi joutuu siirtämään taltioitua energiaa kylmänä vuodenaikana kylmänkestävyyteen ja lämpimänä vuodenaikana kasvuun (TYURINA et al. 1978).

Kasvukauden aikana kasvien kylmänkestävyys on alhaisimmillaan ja erityisesti kasvun ollessa voimakkainta eivät kasvit yleensä siedä pakkasta. Ilmastossamme pakkaset ovat kasvukauden aikana melko yleisiä. Halloja esiintyy matalapaineita seuraavien kylmänpurkausten heiketessä kesällä koko maassa (SOLANTIE 1980). Hallat tuhoavat harvoin kasvillisuutta, mutta ne voivat aiheuttaa suuria kasvutappioita ja tuhota nuput, kukat tai raakileet. Siten hallat ovat huomattava marjasadon määräytymiseen vaikuttava tekijä.

Hallojen esiintyminen keidassuon varvikossa

Hallan vaikutusta varpukasveihin olen selvitelty Lammin biologisella asemalla osana suontutkimuksia (RUUHIJÄRVI ja REINKAINEN 1981).

Hallahavaintoja on tehty suokukasta (**Andromeda polifolia**), karpaloista (**Vaccinium oxycoccus** ja **Vaccinium microcarpon**), kanervasta (**Calluna vulgaris**) ja etelänvariksenmarjasta (**Empetrum nigrum**) (LINDHOLM ja VASANDER 1981, LINDHOLM 1982). **Vaccinium**-varpujen ja suokukan kukkabiologiaa on samassa yhteydessä tutkinut NOUSIAINEN (1982). JÄÄSKELÄISEN (1981) selvitys suomuuraimen (**Rubus chamaemorus**) marjasadoista Lammin seudulla sivuaa myös hallaproblematiikkaa.

Varpujen hallahavainnot tehtiin Lammin Laaviosuolla, mikä kesäkuukausina on varsin hallainen. LINDHOLMin ja VASANDERin (1981) mukaan kesä-, heinä- ja elokuussa oli vuosina 1975-1980 hallaöitä seuraavasti: Vuonna 1975 kesäkuussa 6, heinäkuussal ja elokuussa 3 kertaa, v. 1976 4, 2 ja 5 kertaa, v. 1977

5, 8 ja ei yhtään kertaa, v. 1978 6, 3 ja 4 kertaa, v. 1979 1, ei yhtään ja 3 kertaa sekä v. 1980 3, 1 ja 2 kertaa. Tällöin hallalla tarkoitetaan lämpötilaa, joka laskee alle 0°C:n. Toukokuun loppupuolella lämpötila laski jokaisena tutkimusvuonna monta kertaa (v. 1979 vain kerran) alle 0°C:een.

Lämpötilat voivat muutaman asteen tarkkuudella vaihdella varvikon eri osissa (DELANY 1953) ja siten olosuhteet tällä kriittisellä lämpötila-alueella voivat vaihdella melko paljon. Hallavaaran kannalta varvikon eri tavoin eksponoituneet osat voivat olla hyvin erilaisia. Muut suojaavat tekijät, kuten puusto ja yleiset pinnanmuodot ovat myös tärkeitä.

Varpujen kasvu alkaa heti kasvukauden alussa, ja *Vaccinium*-suvun varvuilla (mustikka, puolukka, juolukka, karpalot) kukinta ajoittuu pian tämän jälkeen (NOUSIAINEN 1982). Variksenmarjan kukinta ajoittuu jo ennen kasvun alkua toukokuun keskivaiheille (LINDHOLM 1980). Tässä vaiheessa varpuversojen eri osien kylmänkestävyys voi vaihdella melko paljon. Arimpia ovat nuoret, juuri kehittyneet versonosat sekä kukat ja niiden nuput. Yleensä kylmänkestäviä ovat vanhat kasvinosat, ja inaktiivisilla kasvinosilla voineekin säilyä talvista kylmänkestävyyttä vastaava tila myös kasvukauden aikana (LARCHER ja BAUER 1981). Marjavarpujen nuorten versojen (lehtien ja verson) kylmänkestävyys kasvukauden aikana on -4 - -5°C (LARCHER ja BAUER 1982). Kasvupisteissä hallansietokyky on vieläkin vähäisempi, mm. suokukan versoissa havaittiin hallavaurioita, vaikka halla oli heikko (LINDHOLM 1982). Yleensä kukat ovat hyvin hallanarkoja, mm. *Vaccinium macrokarpon*illa on todettu jo -1°C olevan kriittinen lämpötila (READER 1979). Eri lajeilla on tässä suhteessa samankin suvun sisällä eroja. Myös versojen hallankestävyys on lajikohtaista *Vaccinium*-suvussa (MINORE ja SMART 1978).

Alkukesä on versoille kohtalokkainta aikaa, mutta ainakin suolosuhteissa hallavaurioita voi ilmetä läpi koko kesän aina kasvukauden loppuun saakka (LINDHOLM ja VASANDER 1981, LINDHOLM 1982). Alkukesällä tuhoutuvan biomassan määrä on vähäinen, mutta kun halla ensin kohdistuu kasvupisteisiin, on vaikutus

pitkääikäinen. Hallan tuhoama kasvupiste ei jatka kasvuaan, vaan kasvin on kasvatettava uudet haarat leposilmuista. Kun edellisvuotiset osat ovat kylmänkestäviä, muodostuvat uudet versot näistä. Jos halla on ollut heikkotehoinen ja sattuu kasvukauden edettyä pitemmälle, voivat uudet kasvupisteet muodostua myös vaurioitumattomasta vuosiverson tyviosastakin (LINDHOLM 1982). Uusintakasvu ei kuitenkaan yleensä kykene korvaamaan hallan aiheuttamia vaurioita. Nämä uudisversot jäävät huomattavasti lyhyemmiksi kuin vaurioitumattomat versot olisivat olleet. Yhtä hallan tuhoamaa kasvupistettä korvaa yleensä monta uutta kasvupistettä. Näin kasvupisteiden kokonaismäärä lisääntyy. Mikäli seuraava vuosi on suotuisampi, tarjoaa laajentunut kasvupisteverkko hyvät kasvuedellytykset jatkossa. Näin halla voi toimia varvikkoa "hoitavana" tekijänä pitäen sen tiheänä. Usein toistuvat hallavauriot eivät kuitenkaan ole varvikolle hyväksi.

Kokonaisuudessaan hallavauriot voivat pudottaa varvikon vuosituotantoa merkitsevästi. Lammin Laaviosuolla oli vuonna 1977 lähes hallavaurioton kesä ja seuraavana kesänä esiintyi voimakkaita hallavaurioita. Mättäiden matalista osista kerätty tuotantobiologinen aineisto osoitti, että suokukan tuotosprosentti v. 1977 oli 46,1 % ja v. 1978 vain 17,5 %. Kanervalla tuotossuhde oli vastaavasti 26,5 % ja 15,8 %, etelänvariksenmarjalla 29,2 % ja 13,3 %, karpaloilla 40,9 % ja 29,9 %. Kaikkien lajien keskiarvo oli v. 1977 31,6 % ja v. 1978 15,8 % (LINDHOLM ja VASANDER 1981). Hallakesä pudotti versotuotannon puoleen. Tämän lisäksi versoston rakenne muuttui huomattavasti, sillä alkuperäiset kasvupisteet tuhoutuivat.

Hallavauriot näkyvät varvikossa kauan itse hallatapahtuman jälkeen, sillä kuolleet versonosat jäävät ruskeina ja kuivuneina roikkumaan varpuihin. Välittömästi hallan jälkeen ei kuitenkaan ole helppo silmämääräisesti havaita vaurioita. Hallavauriot ovat seurausta jääkiteiden muodostumisesta soluväleihin ja niiden muodostumiseen tarvittava vesi on peräisin soluista, joihin tulee kuivumisvaurioita. Lisäksi solukalvot ja proteiinit vaurioituvat veden menetyksen vuoksi (CHRISTERSSON 1980). Vasta päivän tai parin jälkeen vauriot alkavat näkyä.

Silloin versot muuttavat värinsä vihreästä ruskehtaviksi ja ne alkavat lakastua.

Halla säätelee versojen elinvoimaisuutta ja marjomisen runsautta

Halla ei ole marjakasvien olemassaoloa rajoittava tekijä. Kokonaisbiomassasta hallat voivat tuhota vain pienen osan. Monessa suhteessa hallavauriot muistuttavat niitä vaurioita, joita kasvissyöjät aiheuttavat. Hirviä, jäniksiä ja myyriä voidaan myös pitää varvikkoa muokkaavina tekijöinä. Versojen täytyy kyetä regeneroitumaan myös herbivorien jälkeen. Lam-mastalous perustuu monilla mereisillä alueilla varvikkojen hyväksikäyttöön. Tällöin taloudellisesti tärkein laji on kanerva (GIMINGHAM 1975).

Tietyllä kasvupaikalla kasvillisuus on muovautunut vallitsevien ympäristötekijöiden mukaan. Hallaisille kasvupaikoille ei yhdestä hallasta ole suurempia vaikutuksia. Alituiset hallat ovat jo muovanneet kasvillisuuden. Siementuotannolla ei ole kovin suurta välitöntä vaikutusta marjavarpujen esiintymiseen. Hallan vuoksi marjattomina pysyvät paikat voivat säilyä marjavarpujen kasvupaikkoina. Hallaisuus pikemmin säättää näillä kasvupaikoilla marjaisuuden normaaliasteen. Mikäli sääolosuhteet tavalla tai toisella muodostuvat poikkeuksellisesti suotuisammiksi, voi marjatuotanto eräänä satokautena olla yllättäen moninkertainen tavalliseen verrattuna. Suomuraimen marjonta oli Lammin seudulla runsasta lähes hallattomana kesänä v. 1979 (JÄÄSKELÄINEN 1981).

Paikoilla, jotka eivät ole erityisen hallaisia, voivat epäsuotuisat sääolosuhteet aiheuttaa suurta vuotuista vaihtelua marjasadoissa. Tällaiset hallat lienevät kokonaissadon kannalta ratkaisevimmat.

Jos varvikon ympäristötekijöissä tapahtuu äkkinäinen muutos, voivat hallat muuttaa varvikon rakenteen täysin. Näin käy hakkuun seurauksena. Kun puuston suojaava ja säätilaeroja tasoit-

tava vaikutus poistuu, voivat yöhallat tuhota varvikkoa. Esim. mustikka tuhoutuu kuusikon hakkuun jälkeen. Kasvilajien esiintymiseen ei vaikuta ainoastaan ravinnesuhteet, kilpailu valosta ja elintilasta, vaan myös suhde hallaan. Varvikko ei ole niin hallankestävä kuin niiden ulkonäkö harhauttavasti antaisi luulla. Vaikka varpujen tietyt osat ovat hallankestäviä, varttuvat kasvinosat ovat hallanarkoja. Tämän todistaa mm. suovarvut, jotka kasvavat hallaisilla paikoilla.

KIRJALLISUUS

- BIEBL, R. 1968. Über Wärmehaushalt und Temperaturresistenz arktischer Pflanzen in Westgrönland. *Flora*, Abt. B 157: 327-354.
- DELANY, M.J. 1953. Studies on the microclimate of *Calluna* heathlands. *J. Anim. Ecol.* 22:227-239.
- CHRISTERSSON, L. 1980. Växternas vinterbärdighets utveckling. Summary: Frost hardiness development in plants. *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica* 56:77-82.
- GIMINGHAM, C.H. 1975. An introduction to heathland ecology. 124 s. Oliver & Boyd. Edinburgh.
- HAVAS, P. 1965. Pflanzenökologische Untersuchungen im Winter. I. Zur Bedeutung der Schneedecke für das Überwintern von Heidel- und Preiselbeere. *Aquilo*, Ser. Botanica 4:1-36.
- JÄÄSKELÄINEN, K. 1981. Rämeeen hillatuotanto. Summary: Cloud-berry production in pine bogs. *Suo* 32:118-120.
- KACPERSKA-PALACZ, A. 1978a. Physiological mechanisms of frost tolerance in plants. *Acta. Hort.* 81:23-35.
- " 1978b. Mechanism of cold acclimation in herbaceous plants. In: LI, P.H. & SAKAI, A. (eds.), *Plant cold hardiness and freezing stress*. Academic Press, New York, pp. 139-152.
- KIHLMANN, A.O. 1890. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Ein Beitrag zu Kenntniss der regionalen Gliederung an der polaren Waldgrenze. *Acta Soc. Fauna Flora Fennica* 6(3):I-VI, 1-263, 24 Beilage, 13 Tafeln, 1 Karte.
- LARCHER, W. & BAUER, M. 1981. Ecological significance of resistance to low temperatures. In: LANGE, O.L., NOBEL, P.S., OSMOND, C.B. & ZIEGLER, M. (eds.), *Encyclopedia of plant physiology. New Series, Vol 12 A. Physiological plant ecology I*, pp. 403-437. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.
- LINDHOLM, T. 1982. Growth dynamics and the effect of frost in *Andromeda polifolia* on a raised bog. *Ann. Bot. Fennici* 19: 193-201.
- " & VASANDER, H. 1981. The effect of summer frost damage on the growth and production of some raised bog dwarf shrubs. *Ann. Bot. Fennici* 18:155-167.
- MINORE, D. & SMART, A.W. 1978. Frost tolerance in seedlings of *Vaccinium membranaceum*, *Vaccinium globulare*, and *Vaccinium deliciosum*. *North West Science* 52:179-185.
- NOUSIAINEN, H. 1982. Eräiden *Vaccinium*-lajien pölytysbiologiasta, kukinnasta ja marjonnasta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 90:66-86.

- PARKER, J. 1960. Survival of woody plants at extremely low temperatures. *Nature* 187:1133.
- READER, R.J. 1979. Flower cold hardiness: a potential determinant of the flowering sequence exhibited by bog ericads. *Can. J. Bot.* 57:997-999.
- RUUHIJÄRVI, R. & REINIKAINEN, A. 1981. Luonnontilaisten ja ojitettujen soiden vertaileva ekosysteemanalyysi -projektin tutkimusohjelma. Summary: Research program of the project "Comparative analysis of virgin and forest-improved mire-ecosystem".) *Suo* 32:86-91.
- SAKAI, A. 1960. Survival of the twig of woody plants at -196°C . *Nature* 185:393-394.
- SARVAS, R. 1974. Investigations on the annual cycle of development of forest trees II. Autumn dormancy and winter dormancy. *Comm. Inst. For. Fenn.* 84(1):1-101.
- SOLANTIE, R. 1980. Kesän yölämpötilojen ja hallojen alueellisuudesta Suomessa. Summary: On the regional distribution of night temperatures and frost in summer in Finland.) *Maataloushallinnon Aikakauskirja* 4:18-23.
- TYURINA, M.M., GOGOLEVA, G.A., JEGURASDOVA, A.S. & BULATOVA, T.G. 1978. Interaction between development of frost resistance and dormancy in plants. *Acta Hort.* 81:51-60.
- WEISER, C.J. 1970. Cold resistance and injury in woody plants. *Science* 169:1269-1278.

MUSTIKAN JA PUOLUKAN PÖLYTTÄJÄT ETELÄ-SUOMESSA

Ilkka Teräs
 Helsingin yliopisto
 Eläintieteen laitos
 P. Rautatiekatu 13
 00100 HELSINKI 10

Mustikka kukkii Etelä-Suomessa suunnilleen toukokuun puolivälistä kesäkuun puoliväliin, puolukka kesäkuun alusta heinäkuun alkuun. Puolukalla esiintyy myös syyskukintaa. Sekä mustikka että puolukka ovat ristipölytteisiä kasveja, joten itse-pölytykseen turvautuneista kukista saatava marjasato jää hyvin vähäiseksi. Molempien kasvien pölyttäjinä toimivat hyönteiset, joiden esiintyminen ja pölytystehokkuus ovat riippuvaisia sääoloista. Kukinnan kannalta epäedulliset sääolot vähentävät myös pölyttäjäien määrää ja niinpä kukinta-ajan huono sää heijastuu yleensä heikkona pölytystuloksena ja vähäisenä marjasatona.

Seuraavassa tutkimuksessa esitän keväällä 1977 Puumalassa (Etelä-Savo) aloittamiani pölyttäjäitkimuksia, joita olen seuraavina vuosina täydentänyt varsinkin pölyttäjäilajiston ja kukissakäyntinopeuksien osalta myös muualla Etelä-Suomessa (Espoo, Hyvinkää, Lammi). Alustavat tulokset on esitetty Suomen Luonnon numerossa 37 (2) (NOUSIAINEN ym. 1978).

Pääasialliset pölyttäjäitkimukset on tehty kuuden hehtaarin saarella sijaitsevilla 1 x 1 m:n koeruuduilla, joita tarkkailin 10 minuutin ajan aamu-, keski- ja iltapäivällä, sekä saarella kierrelleen tutkimusreitillä varrella (kiersin reitin keskipäivällä ja laskin kaikki kukissa tavatut yksilöt, jotka olivat 1 m:n sisällä reitin molemmilla puolilla). Mustikan kukinta-aikaan ei pölyttäjäistä kilpailevia kasveja juuri kukinnut, puolukan kukinta-aikaan pölyttäjiä houkuttelivat myös maitikat.

Itsepölytyksen osuuden selvittämiseksi suljin osan kukista tiiviisiin harsopusseihin ja isokokoisten pölyttäjiä merkityksen selville saamiseksi peitin 0,25 m²:n ruutuja harvemmalla kankaalla. Marjontatulokset on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Marjomisprosentit ja marjasato koeruuduilla Puumalassa v. 1977.

Kasvi	Itsepölytys- pussit %	Peittoruudut %	Luonnollinen %	Sato g/m ² (tuorepaino)
Mustikka	2,2	11,8	60,6	21
Puolukka	1,5	7,1	57,8	96

Pölyttäjähavainnoissa tapasin mustikalla 429 yksilöä ja puolukalla 532 yksilöä (ruutu- ja reittihavaintojen lisäksi on mukana hajahavaintoja lähisaarilta ja mantereelta). Kukissäkävijöiden jakautuma lahkoihin ja heimoihin on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Mustikan ja puolukan kukissa tavatut hyönteisyksilöt Puumalassa v. 1977.

	Mustikka		Puolukka	
	N	%	N	%
Pistiäiset, Hymenoptera	399	93,0	476	89,5
Perhoset, Lepidoptera	2	0,5	20	3,8
Kaksisiipiäiset, Diptera	28	6,5	36	6,7
Yhteensä	429	100,0	532	100,0
Pistiäiset				
kimalaiset, Bombus	272	63,4	312	58,6
muut mesipistiäiset	38	8,9	96	18,0
ampiaiset, Vespula	84	19,6	64	12,0
muut pistiäiset	5	1,2	4	0,8
Perhoset	2	0,5	20	3,8
Kaksisiipiäiset				
kukkakärpäset, Syrphidae	24	5,6	5	0,9
muut kaksisiipiäiset	4	0,9	31	5,8
Yhteensä	429	100,0	532	100,0

Taulukossa 2 esiintyvän ryhmän muut mesipistiäiset muodostavat lähinnä maamehiläiset (**Andrena**) ja vakomehiläiset (**Halictus**), ryhmään muut pistiäiset taas kuuluvat muurahaiset (Formicidae) ja petopistiäiset (Sphecidae). Kukkakärpästen ohella kaksisiipiäisistä vierailivat lukuisina puolukan kukissa tanhukärpäset (Empididae) ja sukaskärpäset (Muscidae). Muutamissa kukissa kävi mahdollisesti myös ripsiäisiä (Thysanoptera) tai pieniä kovakuoriaisia (Coleoptera) koska peittoruutujen marjomisprosentti (taulukko 1) oli melko suuri; näistä pienistä hyönteisistä en kuitenkaan tehnyt yksityiskohtaisia havaintoja.

Runsain pölyttäjärühmä oli kimalaiset, joiden keskinäiset runsaussuhteet on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Mustikan ja puolukan kukissa tavatut kimalaiset ja loiskimalaiset (**Psithyrus**) lajeittain (mustikan kohdalla oleva yksilömääräero taulukkoon 2 verrattuna johtuu lajilleen tunnistamattomasta yksilöstä).

	Mustikka		Puolukka	
	N	%	N	%
Mantukimalainen, Bombus lucorum	105	38,7	130	41,7
Peltokimalainen, B. pascuorum	87	32,1	72	23,1
Pensaskimalainen, B. pratorum	38	14,0	65	20,8
Kanervakimalainen, B. jonellus	10	3,7	21	6,7
Sorokimalainen, B. soroensis	12	4,4	7	2,2
Kartanokimalainen, B. hypnorum	6	2,2	8	2,6
Kivikkokimalainen, B. lapidarius	8	3,0	4	1,3
Tarhakimalainen, B. hortorum	3	1,1	4	1,3
Pitkäsiipikimalainen, B. sporadicus	-	-	1	0,3
Mantuloiskimalainen, P. bohemicus	2	0,7	1	0,3

Vertailun vuoksi mainittakoon, että Pohjois-Suomessa ylivormaisesti yleisin pölyttäjä molemmilla marjoilla on kanervakimalainen (NOUSIAINEN ym. 1978, VIRAMO 1978).

Pelkästään runsaslukuisuus keskipäivällä ei vielä tee hyönteisestä hyvää pölyttäjälajia. Mustikan ja puolukan kohdalla kuitenkin runsaimpina esiintyvät kukissakävijät, kimalaiset, ovat myös ilmeisimmin tehokkaimpia pölyttäjiä, mikä perustuu seuraaviin seikkoihin:

1. Kimalaisten päivittäinen työskentelyaika on huomattavan pitkä, suunnilleen auringonnoususta auringonlaskuun ja välillä hieman ylikin (HULKKONEN 1928, TERÄS 1976).
2. Kimalaiset ovat hyvin karaistuneita eivätkä paljon hiljennä tahtiaan kylmässä, kohtalaisessa tuulessa eivätkä edes tihkusateessa (HULKKONEN 1928, TERÄS 1976), jolloin esimerkiksi kärpäset ja päiväperhoset eivät juuri liiku.
3. Kimalaisten kukissakäynti johtaa suurella todennäköisyydellä pölytykseen, koska kimalainen ei riko kukkaa tai turmele luotteja, kuten voi tapahtua ampiaisten ja muurahaiden vierailuissa (NOUSIAINEN ym. 1978).
4. Kimalaisten kukissakäyntinopeus on vähintään kaksinkertainen muihin pölyttäjärhyihin verrattuna.

Seuraavissa taulukoissa esitän tarkemmin kukissakäyntinopeuksia, jotka eivät edellä olevan perusteella täysin vastaa pölytysnopeuksia ainakaan ampiaisten kohdalla, mutta antanevat viitteitä myös pölytystehokkuudesta. Kukissakäyntinopeudet eri sukujen osalta on esitetty taulukossa 4 ja eri kimalaislajien kohdalta yksityiskohtaisemmin taulukossa 5. Perhosten ja kärpästen osalta ei ole suoranaisia seurantaan perustuvia tuloksia, mutta silmämääräisesti arvioiden perhoset vierailivat minuutissa 1 - 2 kukassa eivätkä kärpäset olleet juuri nopeampia.

Kimalaisyksilöiden väliset erot kukissakäyntinopeuksissa olivat huomattavat, sillä mustikalla vaihtelu oli 5,9 - 41,6 ja puolukalla 6,4 - 44,9 kukkaa/min. Eri lajien väliset kukissakäyntinopeudet eivät yleensä eronneet merkittävästi toisistaan, mutta järjestys hitaimmasta nopeimpaan oli kummallakin lajilla yllättävän samankaltainen: kivikkokimalainen (*Bombus lapidarius*) oli molemmilla marjoilla hitain, mustikalla oli nopein pensaskimalainen (*B. pratorum*) ja puolukalla sorokimalainen (*B. soroeensis*).

Kuningattaret työskentelivät nopeammin kuin työläiset, joskaan mustikalla ero ei ollut merkitsevä:

mustikka

kuningattaret $15,7 \pm 0,68$, työläiset $13,4 \pm 1,24$ kukkaa/min,
 $t = 1,08$, $P = 0,28$, vapausasteet = 116

puolukka

kuningattaret $30,9 \pm 1,28$, työläiset $22,8 \pm 0,62$ kukkaa/min,
 $t = 3,57$, $P < 0,001$, vapausasteet = 89

Taulukko 4. Eri pölyttäjärühmien kukissakäyntinopeudet mustikalla ja puolukalla Etelä-Suomessa (kukin yksilö vierailnut väh. 5 kukassa).

	Hyönteis- yksilöitä	Vierailtuja kukkia	Kokonaisaika \pm keskivirhe (kukkaa/min)	Aika kukissa \pm keskivirhe (kukkaa/min)
<u>Mustikka</u>				
Kimalaiset	118	3301	$6,2 \pm 0,20$	$15,5 \pm 0,63$
Loiskimalaiset	2	31	$3,4 \pm 0,15$	$6,6 \pm 0,76$
Ampiaiset	7	85	$3,0 \pm 0,63$	$6,3 \pm 1,68$
Maamehiläiset	2	67	$2,1 \pm 0,68$	$4,4 \pm 0,46$
<u>Puolukka</u>				
Kimalaiset	91	6145	$15,5 \pm 0,72$	$25,8 \pm 0,78$
Loiskimalaiset	3	198	$15,3 \pm 3,11$	$19,1 \pm 2,96$
Ampiaiset	3	35	$7,5 \pm 1,61$	$11,7 \pm 3,69$
Maamehiläiset	3	63	$6,0 \pm 1,27$	$9,7 \pm 1,38$

Taulukko 5. Eri kimalaislajien kukissakäyntinopeudet mustikalalla ja puolukalla Etelä-Suomessa. N = kimalaisyksilöiden määrä, F = vierailtujen kukkien määrä, V = kukkavierailujen määrä minuutissa \pm keskivirhe (kukin yksilö vierailnut väh. 5 kukassa).

	Mustikka			Puolukka		
	N	F	V	N	F	V
Bombus lapidarius	8	205	$12,5 \pm 1,29$	2	166	$19,2 \pm 2,84$
B. hortorum	1	11	13,2	-		
B. jonellus	2	67	$13,3 \pm 1,52$	6	405	$22,4 \pm 3,18$
B. pascuorum	36	1035	$14,1 \pm 0,98$	21	1127	$25,0 \pm 1,99$
B. lucorum	29	1098	$15,6 \pm 1,20$	33	2446	$24,9 \pm 1,04$
B. hypnorum	18	411	$16,0 \pm 1,80$	8	533	$27,0 \pm 2,08$
B. ruderarius	1	14	16,0	-		
B. soroeensis	4	103	$17,4 \pm 3,61$	6	429	$34,4 \pm 2,67$
B. pratorum	19	357	$18,7 \pm 2,05$	15	1039	$27,1 \pm 1,93$

Kimalaiset vierailivat kukissa nopeimmin keskipäivällä, hitaimmin mustikalla aamulla ja puolukalla iltapäivällä. Ravinnonkeruutavalla ei ollut selvää vaikutusta kukissakäyntinopeuteen, mutta mustikalla samalla kertaa mettä ja siitepölyä keränneet yksilöt olivat 17 - 22 % hitaampia kuin joko mettä tai siitepölyä keränneet yksilöt, puolukalla taas medenkerääjät olivat 20 % muita nopeampia. Kimalaisten ravinnonhankintatehokkuutta mitattaessa keskeisimmäksi kysymykseksi on muodostunut kielenpituuden suhde kukkatorven pituuteen. Sekä puolukan että mustikan kukasta saa mettä jo runsaan 4 mm:n päästä kukan suulta, joten kimalaiset voivat imeä mettä normaalitavalla. Puolukalla nopeimpia olivat yksilöt, joiden kieli oli pitkä (yli 10,5 mm), mustikalla taas yksilöt, joiden kieli oli keskimittainen (7,6 - 10,5 mm). Mustikalla kukissakäyntinopeus lisääntyi lämpötilan noustessa, mutta puolukan kohdalla ei vastaavaa havaittu. Taulukkoon 6 on koottu varianssianalyysituloksia edellä esitetyistä vertailuista.

Taulukko 6. Tuloksia kimalaisten kukissakäyntinopeuksien eroja selvitelleistä varianssianalyyseista. df = vapausasteet; merkitsevyydet: * $<0,05$, ** $<0,01$, *** $<0,001$.

	Mustikka		F	Puolukka		F
	df ₁	df ₂		df ₁	df ₂	
vuorokaudenaika	2	113	4,98*	2	86	3,90*
ravinnonkeruutapa	2	115	2,00	2	88	6,70**
kielen pituus	2	115	3,76*	2	88	8,02***

Kukissakäyntinopeuserot mustikan ja puolukan välillä johtunevat meden määrästä sikäli, että kun mustikassa on mettä enemmän, meden keruu on hitaampaa (myös tuottoisampaa). Koska nopeusero kuitenkin on samansuuntainen myös siitepölynkerääjien kohdalla, täytynee syyn olla kukan muodossa: kimalaiset ja muut pölyttäjät saavat ravintonsa helpommin puolukan avoimesta kukasta kuin mustikan lähes umpinaisesta kukasta, sillä jälkimmäisellä lajilla osa kukissa vietetystä ajasta kuluu oikean asennon etsimiseen.

Yhteenvedona voidaan todeta, että pistiäiset ja niistä tärkeimpinä kimalaiset ovat ainakin kaksi kertaa muita pölyttäjiä nopeampia ja ne pölyttävät Etelä-Suomen mustikoista ja puolukoista yli 90 %.

KIRJALLISUUS

- HULKKONEN, O. 1928. Zur Biologie der Südfinnischen Hummeln. Ann. Univ. Aboensis, Ser A (3)1:1-81.
- NOUSIAINEN, H., TERÄS, I. & VIRAMO, J. 1978. mustikka ja puolukka - hyönteispölytteiset metsämarjamme. Suomen Luonto 37:91-94.
- TERÄS, I. 1976. Flower visits of bumblebees, *Bombus* Latr. (Hymenoptera, Apidae), during one summer. Ann. Zool. Fennici 13:200-232.
- VIRAMO, J. 1978. Mustikkaa ja puolukkaa koskevistä pölytysbiologisista tutkimuksista Kuusamossa. Acta Univ. Ouluensis Ser. A (Biol. 4):195-207.

ERÄIDEN VACCINIUM-LAJIEN PÖLYTYSBIOLOGIASTA, KUKINNASTA
JA MARJONNASTA

Hannu Nousiainen
Metsäntutkimuslaitos
Suontutkimusosasto
PL 18
01301 VANTAA 30

Johdanto

Vaikka luonnonmarjakasvien hyväksikäytöllä on maassamme pitkät perinteet, on niiden määrätietoinen tutkimus käynnistynyt vasta 1960-luvulta lähtien.

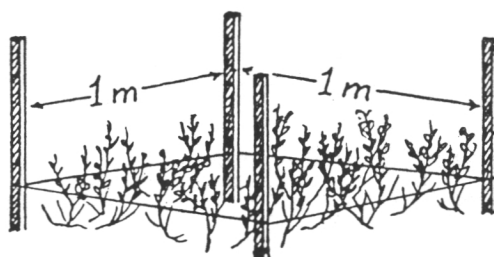
Tietoja luonnonmarjakasviemme levinneisyydestä ja peittävyyk-
sistä eri metsä- ja suotyypeillä, talvehtimisen ekologiasta,
sadoista, poiminnasta ja markkinoinnista sekä niiden soveltu-
vuudesta kasvinjalostukseen ja viljelykäyttöön on jo kertynyt.
Satoihin vaikuttavien tekijöiden tutkimus on monien lajien
kohdalta puuttunut, vaikka näiden tekijöiden tunteminen olisi
tärkeää pyrittäessä luomaan luotettava satoennustuspalvelu.

Mustikan ja puolukan pölytysbiologiaa on tutkittu Kuusamossa
(VIRAMO 1979). Useista viljelykokeista on saatu tietoja puo-
lukan pölytykseen ja marjontaan liittyvistä tekijöistä (LEHMUS-
HOVI ja HIIRSALMI 1973, ERIKSSON 1975, LEHMUSHOVI 1975). Nor-
jassa on HASLERUD (1974) selvittänyt puolukan pölytysbiologiaa
luonnonkasvupaikoilla. Monet hyönteistieteilijät ovat lisäksi
tehneet pölyttäjien kukillakäyntihavaintoja (ELFVING 1968,
LUNDBERG 1975, TERÄS 1976).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli osaltaan selvittää mustikan
(*Vaccinium myrtillus*), juolukan (*V. uliginosum*), puolukan
(*V. vitis-idaea*) ja karpalon (*V. oxycoccus*) pölytysbiologiaa,
kukintaa ja marjontaa sekä niihin vaikuttavia tekijöitä.

Tutkimusalue ja -aineisto

tutkimus tehtiin Lammilla (EH) Helsingin yliopiston Lammin biologisen aseman lähimaastoissa vuosina 1976 - 1979. Perusaineiston muodostivat kukinnan ja marjonnan vuosittaisten määrällisten vaihteluiden selvittämistä varten laaditut 1 m^2 alaiset pysyvät koeruudut (kuva 1), joilta laskettiin kukintakauden alussa kukat (+ nuput) kustakin fertiilistä versosta. Myöhemmin kesällä laskettiin marjat marjomisprosentin selvittämiseksi.



Kuva 1. Pysyvä koeruutu.

Mustikan koeruudut (10 kpl) sijaitsivat MT ja OMT-tyypin metsäisillä kasvupaikoilla. Juolukan koeruudut olivat isovarpuisella rämeellä (4 kpl) ja subarktisen rakan laidalla (2 kpl), jolla myös puolukan kaksi koeruutua sijaitsivat. Karpalon koeruudut (9 kpl) sijaitsivat avoimilla nevapinnoilla, osin ojitetuilla Laavio- ja Kaurastensoilla (kermikeitaita). Pääosa muista selvityksistä tehtiin maastossa pysyvien koalojen läheisyydessä.

Eri pölytystavat

A. Tuulipölytys

Tuulipölytyksen mahdollisuutta pölytystapana arvioitiin selvittämällä ilmaan joutuneen siitepölystön koostumusta mustikka- ja karpalokasvustoissa niiden parhaaseen kukinta-aikaan. Glyseroligelatiinilla sivellyille objektilaseille (pinta-ala n. 10 cm^2) vuorokauden aikana "satanut" siitepölytö mikroskopoitii ja pölyt laskettiin.

Sekä mustikan että karpalon siitepölytettradeja löytyi laseilta yleensä vain muutamia tai ei lainkaan (valtaosin männyn ja kuusen pölyjä). HASLERUD (1974) sai puolukalla suorittamis-
saan vastaavantyyppisissä kokeissa laskeumaksi 5 tetradia/
cm²/viikko, minkä määrän hän arvioi merkityksettömäksi puo-
lukan muiden pölytystapojen rinnalla. Juolukan kukan rakenne
estää tuulipölytyksen mahdollisuuden (luotti kehäaukon
alainen). Ottaen huomioon kunkin lajin luotin pienen pinta-
alan ja ilmassa olevan pölyn niukkuuden, näyttäisi tuulipöly-
tys olevan merkityksetön pölytystapana.

B. Itsepölytys

Mahdollisen itsepölytyttyisyyden toteamiseksi suljettiin kah-
tena vuonna mustikan ja juolukan nuppuvaiheisia versoja ns.
pölytyspusseihin (kuva 2), jotka poistettiin kukinnan pää-
tyttyä. Pussien suuri koko esti niiden käytön muilla tutki-
tuilla lajeilla. Tulokset esitetään taulukossa 1.



Kuva 2. Pölytyspussi.

Taulukko 1. Kahtena vuonna pölytyspusseihin suljettujen mus-
tikan ja juolukan nuppujen lukumäärät ja marjomien.

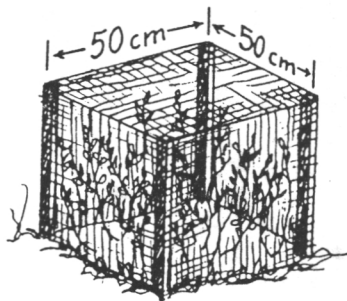
	nuppuja	marjoja
Mustikka (1976)	211	0
(1977)	305	0
Juolukka (1976)	258	0
(1977)	230	0

Kokeen suoritustapa on voinut olennaisesti vaikuttaa marjanmuodostuksen epäonnistumiseen. Pussin sisällä vallitsevissa olosuhteissa saattoi siitepölyn variseminen jäädä tapahtumatta. Myös kukan aineenvaihdunta on voinut häiriintyä. BELL (1957) totesi ahomustikan (*Vaccinium angustifolium* var. *laevifolium*) siementen muodostusta tutkiessaan käyttämänsä peittomateriaalin lisännen siemenaiheiden alkiorakkojen tuhoutumista.

ERIKSSONin (1975) ja LEHMUSHOVIn (1975) mukaan puolukalla esiintyy itsepölytystä, mutta marjomisprosentti jää alhaiseksi ja marjojen koko pieneksi. HASLERUD (1974) arvioi itsepölytyksen puolukan tärkeimmäksi pölytystavaksi Pohjois-Norjassa vuonna 1967.

C. Hyönteispölytys

Lentävien hyönteisten merkitystä pölytyksessä tutkittiin v. 1977 peittoruutujen avulla (kuva 3). Peittomateriaalina käytettiin yksinkertaista harsokangasta, jolla nuppuvaiheiset versot peitettiin. Taulukossa 2 esitetään marjalajeittain avointen ja peittoruutujen marjomisprosentti.



Kuva 3. Peittoruutu.

Juolukalla, puolukalla ja karpalolla olivat erot avointen ja peitettyjen ruutujen marjonnan välillä huomattavat. Mustikan korkea marjovuus peittoruuduissa viittaa joko maaperähyönteisten vilkkaaseen kukilla käynteihin tai itsepölytykseen. Samansuuntaisia tuloksia mustikalla on saatu myös Kuusamossa (VIRAMO 1979).

Taulukko 2. Marjalajien marjomisprosenttien keskiarvot avoimissa ruuduissa ja peittoruuduissa vastaavilla koealueilla.

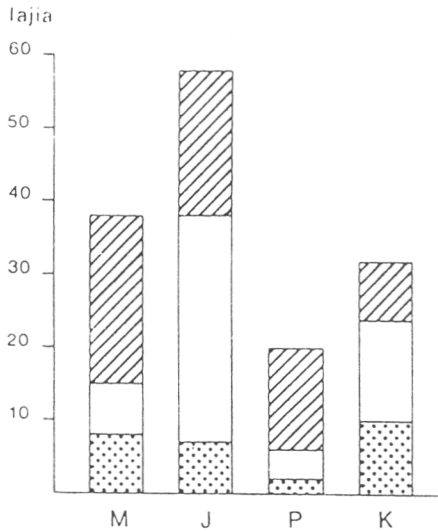
	avointen ruutujen marjomis-%	peittoruutujen marjomis-%	nappuja
mustikka	61,5	18,4	545
juolukka	43,1	1,0	586
puolukka	35,0	3,1	993
karpalo	50,6	2,8	1540




Lentävien hyönteisten suorittama ristipölytys todettiin kunkin lajin kunnolliselle marjonnalle välttämättömäksi pölytystavaksi.

Yleisimpiä kukilla käyvistä hyönteisistä olivat kimalaiset (**Bombus**), ampiaiset (**Vespula**) ja maamehiläiset (**Andrena**) sekä erilaiset kukkakärpäset (**Syrphidae**). Kimalaisten yleisyyden **Vaccinium**-lajeilla ovat todenneet monet tutkijat (HULKKONEN 1928, ELFVING 1968, LUNDBERG 1975, HEINRICH 1976, PEKKARINEN ja TERÄS 1977, NOUSIAINEN ym. 1978, TERÄS 1976, VIRAMO 1979). Kaikilla tässä työssä tutkituilla kasvilajeilla olivat kukilla käyvät hyönteiset lajistoltaan varsin samanlaiset. Samantyyppisen pölytystavan omaavien kasvilajien kukintakausien eriaikaisuuden on jopa selitetty johtuvan samoihin pölyttäjähyönteisiin kohdistuvan kilpailun aikaansaamaksi evolutiiviseksi sopeutumaksi (MACIOR 1971, MOSQUIN 1971, READER 1975).

Kaikkiaan tavattiin tutkittujen kasvilajien kukilta 86 eri hyönteislajia. Kuvassa 4 on hyönteislajit jaettu kunkin marjalajin kohdalla kolmeen ryhmään.

Kukkasidonnaisuutta, so. kuinka kiinteästi hyönteiset ravinnonkeruumatkansa aikana pysyttäytyvät tietyn kasvilajin kukilla, voidaan tutkia suoraan havainnoimalla hyönteisten kukilla käyntejä tai analysoimalla niiden keräämän siitepölystön koostumusta (GRANT 1950, FREE 1970). tutkittujen kasvilajien kukilta kerättyjen mesipistiäisten vasujen **Vaccinium**-pölyjen osuus näkyy taulukossa 3. Kustakin vasusta laskettiin 300 pölyä.



Kuva 4. Tutkittujen marjalajien kukilta tavattujen hyönteislajien lukumäärät. Lajisto jaettu kolmeen ryhmään.  = pistiäiset,  = kaksisiipiäiset,  = perhoset. Marjalajit: M = mustikka, J = juolukka, P = puolukka ja K = karpalo.

Taulukko 3. *Vaccinium*-pölyjen %-osuudet mesipistiäisten keräämästä siitepölystä (n = tutkitut vasut).

mustikka	90,6 %	1977	n = 8
"	85,5 %	1979	n = 10
juolukka	75,1 %	1977	n = 11
"	48,0 %	1979	n = 8
puolukka	76,4 %	1977	n = 8
karpalo	98,3 %	1977	n = 15

Eri maissa suoritettuihin kimalaisten kukkasidonnaisuutta koskeviin tutkimuksiin verrattuna (HASSELROT 1960, MACIOR 1978, FREE 1970, TERÄS 1976) olivat *Vaccinium*-lajeilla vierailevat mesipistiäiset varsin uskollisia näiden lajien kukille. Sekä mustikan että karpalon kukinta-aikaan oli niiden tyypillisillä kasvupaikoilla vähän muita ravintoa tuottavia kasvilajeja, mikä myös näkyi vasujen korkeana tetradipölyjen osuutena.

Siitoslehtien toiminnan ajoittuminen

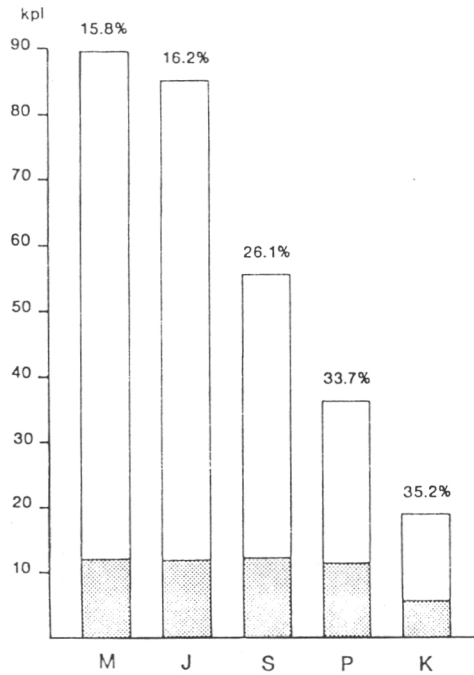
Kunkin tutkitun kasvilajin heteistä saatiin vaivatta varistettua siitepölyä jo ennen nupun aukeamista. Myös luotit olivat täysin kehittyneissä nupuissa valmiit vastaanottamaan siitepölyä. Nupuissa tavattiin niin ikään yleisesti mesipisaroiita, joten kukat olivat heti nupun auettua valmiit sekä pölyttymään että luovuttamaan ravintoa kukissa käyville hyönteisille. Nupun aukeamisen jälkeisiä pölytykseen ja hedelmöitykseen liittyviä vaiheita kukissa seurattiin v. 1977 leikkeiksi valmistetuista kestopreparaateista. Leikkeitä varten merkittiin maastossa nuppusarjat. Nupusta lähtien kymmenen vrk:n ikäisiin (karpalolla 15 vrk) kukkiin asti kerättiin 10 kukkaa/laji/vrk. Kukan osat fiksoitiin (Allen-Bouin 2 -liuos), valettiin parafiiniin, leikattiin mikrotomilla 10 µm paksuisiksi sarjaleikkeiksi, värjättiin (ns. Heidenhainin hematoksyliini + fast-green) ja suljettiin kestopreparaateiksi (GURR 1965, SASS 1966).

Mikroskopointien perusteella voitiin todeta siiteputkien kasvun sikiäimeen kestävän mustikalla ja juolukalla n. 4 vrk. Hedelmöityksen tarkan ajankohdan määrittäminen osoittautui kokemattomuuden johdosta vaikeaksi. BELL (1957) totesi aho-mustikan siiteputkien kasvun luotilta siemenaiheisiin kestävän noin 3 - 4 vrk. Karpalolla kesti siiteputkien kasvu koko emin vartalon läpi vähän mustikkaa ja juolukkaa kauemmin, noin 4 - 5 vrk. Siitepölyn määrä karpalon luoteilla oli muita lajeja vähäisempi.

Siemenaiheiden ja siementen lukumäärä

Vuonna 1977 laskettiin eräiltä koealueilta eri lajien siemenaiheiden ja siementen lukumääriä hedelmöittymisprosentin arvioimiseksi. Kuvassa 5 on esitetty saadut tulokset keskiarvoina kukkaa kohti. Siemenaiheet laskettiin mustikalla ja juolukalla 15 kukasta/koealue (yht. 60 kukkaa), muilla lajeilla 30 kukasta/koealue (puolukka 30, karpalo 60 kukkaa). Siemenet laskettiin kultakin lajilta 30 marjasta/koealue. Kuvasta 5 voidaan nähdä, että lajista toiseen siirryttäessä kasvaa hedelmöittymisprosentti siemenaiheiden määrän vähentyessä.

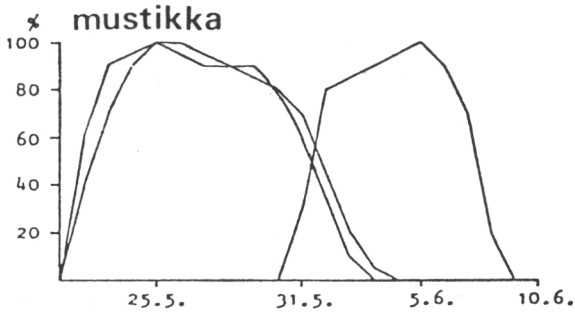
HEDELMÖITTYMIS-%, 1977



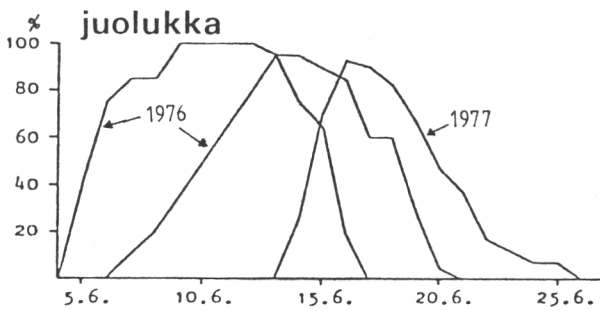
Kuva 5. Marjalajien ja suokukan (*Andromeda polifolia*) ja siementen (tummennettu) lukumäärät sekä hedelmöittymisprosentti. M = mustikka, J = juolukka, S = suokukka, P = puolukka ja K = karpalo.

Kukinnan ajoittuminen ja sääolot kukintakausina

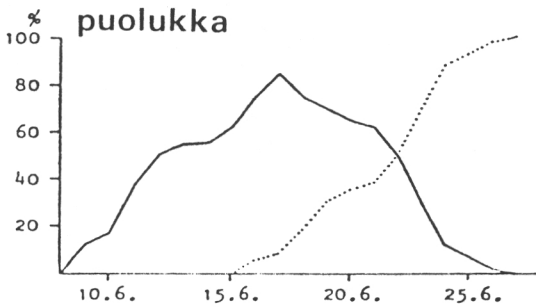
Kukinnan ajallista kestoa seurattiin vuosina 1976 ja 1977 merkitsemällä versoja, joista laskettiin päivittäin kukintakauden ajan nuppujen, avautuneiden kukkien ja kehänsä pudottaneiden kukkien lukumäärät. Kuviin 6 - 9 on piirretty aika-akselille eri lajien kukinnan kesto. Pystyakselilla nupusta avautuneiden kukkien %-osuus.



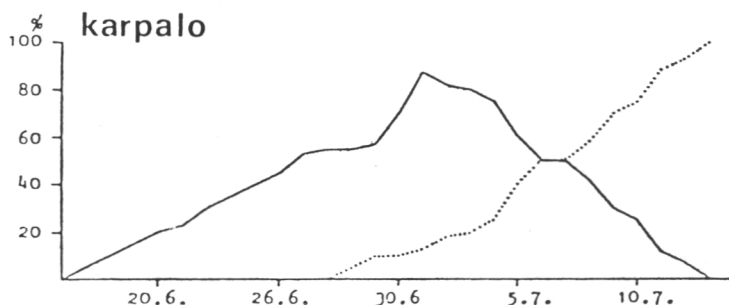
Kuva 6. Mustikan kukinnan kesto vuonna 1977 (n = 20 kukkaa/koealue). Pystyakselilla nupusta avautuneiden kukkien %-osuus.



Kuva 7. Juolukan kukinnan kesto vuosina 1976 - 1977 (n = 20 kukkaa/koealue vuonna 1976 ja n = 40 kukkaa/koealue vuonna 1977).



Kuva 8. Puolukan kukinnan kesto vuonna 1977 (n = 40 kukkaa). Pisteviiva on kehässä pudottaneiden kukkien osuus.



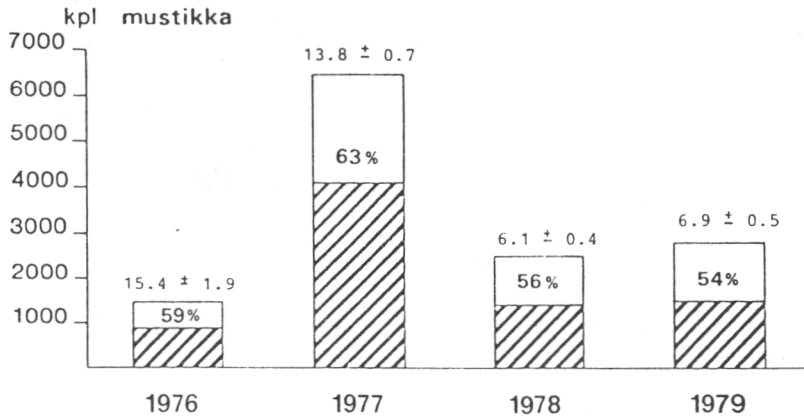
Kuva 9. Karpalon kukinnan kesto vuonna 1977.

Kukintakausien kokonaiskesto muodostui luonnollisesti huomattavasti pidemmäksi, kuin edellä kuvattujen pienten otosten mukainen kesto (maanpinnan topografia, puuston varjostus, sääolot eri vuosina).

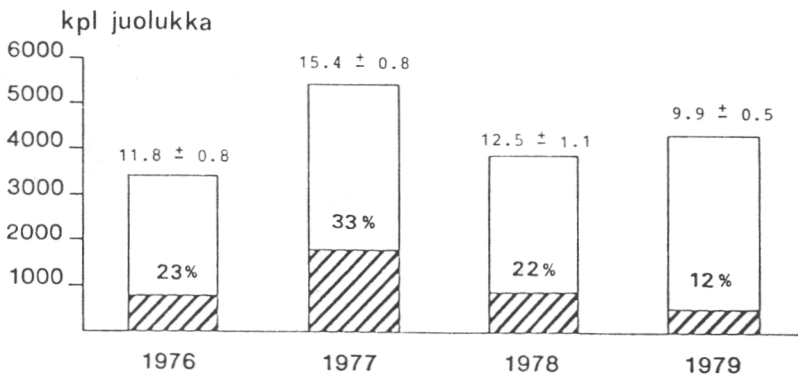
Kukintakausien ajalta (15.5. - 15.7.) kirjattiin vuorokauden minimi- ja maksimilämpötilat sekä sadepäivät (sademäärä = 1 mm) Lammin biologisen aseman säähavaintoaseman mittauksista (yhtenäinen viiva) sekä minimilämpötilat Laaviosuon mikroilmastoaseman havainnoista (pisteviiva). Liitteessä 1 on näiden havaintojen lisäksi kuvattu lajien kukintakausien huippu viikon jaksona. Vuosina 1976 ja 1977 mitattiin lisäksi kultakin koealueelta päivittäiset minimi- ja maksimilämpötilat n. 20 cm korkeudelta maanpinnasta. Nämä havainnot poikkesivat vain vähän biologisen aseman arvioista (kahdella koealueella 1 - 3 astetta alhaisemmat minimilämpötilat).

Kukinnan ja marjonnan määrä eri vuosina

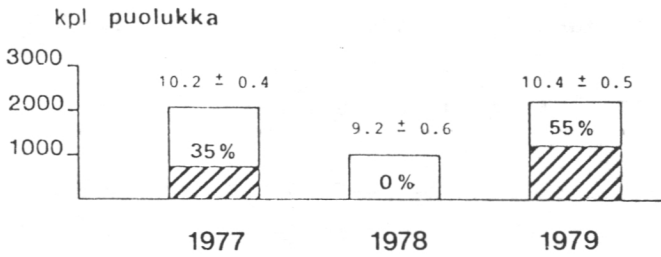
Kuvissa 10 - 13 on esitetty marjalajien kaikkien pysyvien koealojen vuosittaiset kukkien ja marjojen lukumäärät sekä marjomisprosentit.



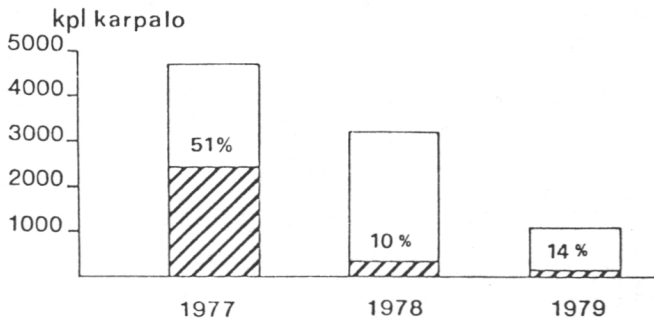
Kuva 10. Mustikan kukkien ja marjojen lukumäärät pysyvillä koeruuduilla. Vuonna 1976 oli mustikan koeruutuja 3 kpl, muina vuosina 10 kpl. Pylväiden yllä on kukkien keskimääräinen lukumäärä/fertiili verso. Pylvään viivoitettu osa kuvaa marjojen lukumäärää ja viivoittamaton osa marjomisprosenttia.



Kuva 11. Juolukan kukkien ja marjojen lukumäärät pysyvillä koeruuduilla. Vuonna 1976 oli juolukan koeruutuja 4 kpl, muina vuosina 6 kpl. Pylväiden yllä on kukkien keskimääräinen lukumäärä/fertiili verso. Pylvään viivoitettu osa kuvaa marjojen lukumäärää ja viivoittamaton osa marjomisprosenttia.



Kuva 12. Puolukan kukkien ja marjojen lukumäärät pysyvillä koeruuduilla. Vuosina 1977 - 1979 puolukan koeruutuja oli 2 kpl. Pylväiden yllä on kukkien keskimääräinen lukumäärä/fertiili verso. Pylvään viivoitettu osa kuvaa marjojen lukumäärää ja viivoittamaton osa marjomisprosenttia.



Kuva 13. Karpalon kukkien ja marjojen lukumäärät pysyvillä koeruuduilla. Vuosina 1977 - 1979 karpalon koeruutuja oli 9 kpl. Pylvään viivoitettu osa kuvaa marjojen lukumäärää ja viivoittamaton osa marjomisprosenttia.

Kukinnan määrän vuosivaihtelun syiden täsmällinen erittely on mahdotonta. Yleisin syy marjonnan epäonnistumiselle on kukintakauden aikana vallitsevat epäedulliset säät, esim. tehokkaan pölytyksen estävät sateet, tuuliset ja kylmät sääjaksot sekä voimakkaat hallat. Vaikka kukintakauden sääolot olisivatkin pölytyksen kannalta optimaaliset, voi marjasato kuitenkin jäädä suhteellisen vaatimattomaksi kukkien vähäisen määrän johdosta (vrt. mustikka 1977 ja 1978, kuva 10). Vähäisen kukinnan syynä voi olla edellisen vuoden runsaan kukinnan ja

marjonnan aiheuttama versojen ravinnetilanteen huonous tai nuoria versoja ja kukka-aiheita vaurioitava vähäluminen ja ankara talvi. HAVAKSEN (1965) mukaan tarvitaan n. 30 cm lumipeite estämään kylmyyden versoilte aiheuttamat vauriot.

Tämän aineiston kukinnan määriä tarkasteltaessa oli vuosi 1977 selvästi paras. Suhteellisen leuto ja runsasluminen edeltävä talvi saattoi olla tärkeimpänä syynä runsaaseen kukintaan. Hyvä kukinta ja marjonta vähensivät todennäköisesti kukka-aiheiden muodostumista seuraavaksi vuodeksi. Puolukkaa lukuunottamatta kärsi muiden lajien kukinta vuonna 1979 edeltävän talven ankaruudesta. Joulukuu 1978 oli poikkeuksellisen kylmä ja samalla vähäluminen (liite 2).

Karpalon huono kukinta v. 1979 johtui lisäksi vuoden 1978 kesäkuun puolivälin kovista halleista, jotka tuhosivat osin nuoria versoja ja tarvelivät mm. puolukan kukinnan täysin. Selviä hallatuhoja ei mustikan koeruuduissa todettu minään vuonna, mikä näkyi myös marjomisprosenttien tasaisuutena eri vuosina. Parin kolmen asteen pakkaneen ei vielä vaikuttanut mustikan kukkiin. Soiden laiteilla, missä hallat käväisivät 4 - 5 pakkasasteessa, tuhoutuivat kaikki kukat vuosina 1976 ja 1977. Myöskään juolukalla ei selviä hallatuhoja todettu kukinta-aikaan, mutta kylmät yöt vaikuttivat osaltaan mustikkaa selvästi huonompaan marjovuuteen. Myös mahdollinen laajojen kloonien olemassaolo voisi olla syynä juolukan heikkoon marjovuuteen (heikentynt ristipölytys).

Mustikan marjontaa alensivat hyönteisten aiheuttamat kukkavioitukset. Muurahaiset käyttivät ravinnokseen paitsi mettä myös emin luotti- ja vartalo-osia sekä kehää. Puna-ampiainen (*Vespula rufa*), hyvin yleinen kukilla vierailija, oli puolestaan ns. medenryöstäjä. Se leikkasi kukan kehään aukon, jonka kautta imi meden kukkaa pölyttämättä.

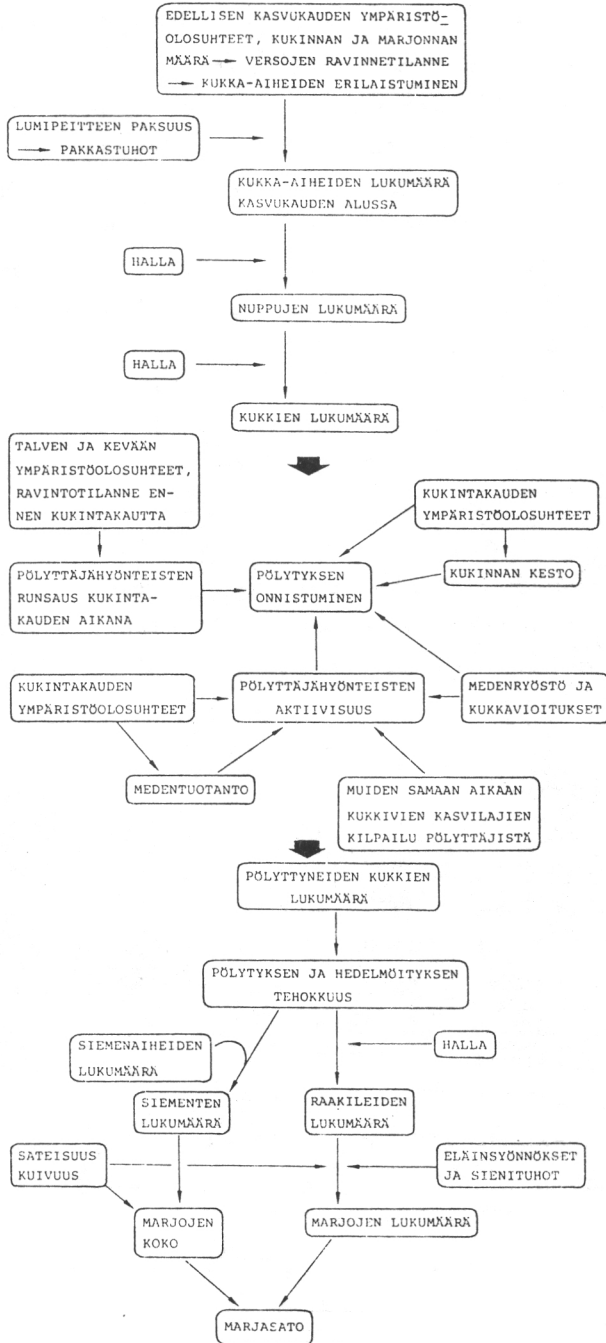
Liitteessä 3 on kuvattu vuosina 1978 ja 1979 kukintakauden loppupuolella kahdelta koealueelta lasketut mustikan ehjien kukkien, kehä- ja luottivioitteisten kukkien %-osuudet. Lasketut versot (n = 20/koealue) valittiin pysyvien koealojen läheisyydestä mahdollisimman sattumanvaraisesti, kuitenkin niin, että mukaan otettiin vain valtaversoja. Vuonna 1978 ei mustikan kukilla tavattu ainuttakaan ampiaista, muina vuosina sen sijaan runsaasti. Muilla tutkituilla kasvilajeilla olivat hyönteisten aiheuttamat kukkavioitukset vähämerkityksisiä.

Paikalliseen marjasatoon vaikuttavista tekijöistä

Marjasatoon vaikuttavien tekijöiden runsaus aiheuttaa sen, että selkeän "marjasatomallin" luominen edes kasvustokohtaisena vaatii vielä runsaasti alan perustutkimusta. Eri vuosina painottuvat eri tekijät aina eri tavoin, ja sääoloiltaan mahdollisimman "normaalina" vuonna on tulosten tulkinta enimmäkseen arvailua.

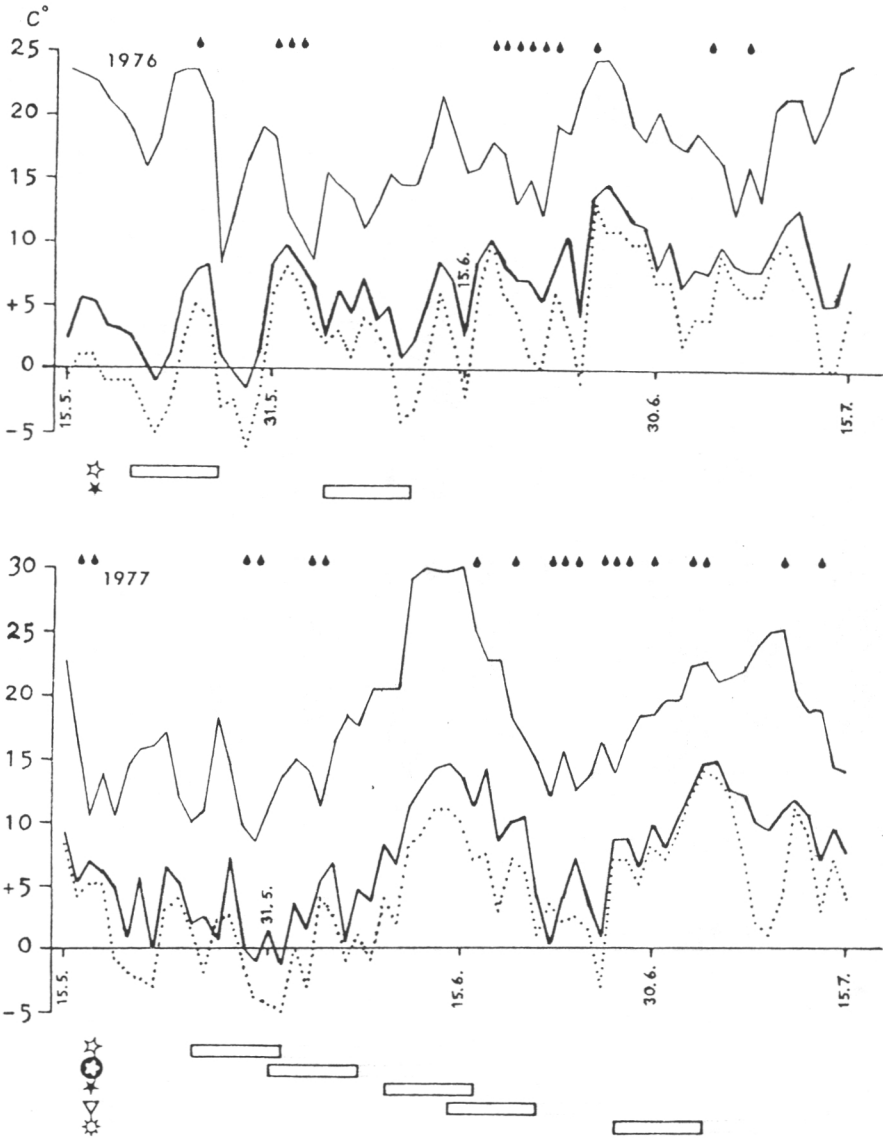
Kanadalaisten BELL'in ja BURCHILL'in (1955) mukaan voidaan sikäläisen ahomustikan seuraavan kasvukauden kukkien ensimmäiset aiheet todeta jo toukokuussa ja kukan osien aiheet kesäkuussa. Elokuussa voitiin todeta sekä alkiorakon että heteiden solukon erilaistumista. Tammikuussa todettiin lisääntymisolukoissa mitoosia ja meioosia huhti-toukokuussa. Ahomustikan kukka oli täysin kehittynyt toukokuun viimeisellä viikolla. Meidän *Vaccinium*-lajiemme vuosikierto ollee varsin samantyyppinen, joten kukintaan vaikuttavilla tekijöillä on runsaasti aikaa muovata kunakin vuonna todettava kukkien lukumäärä.

Yhteenvetona tämän tutkimuksen synnyttämistä ajatuksista esitetään kuvassa 14 teoreettinen lohkokaavio paikalliseen marjasatoon vaikuttavista tekijöistä.

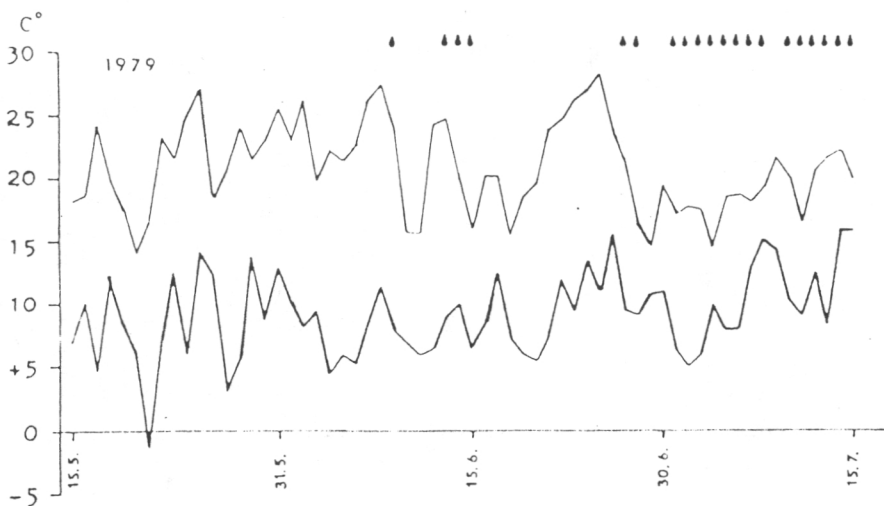
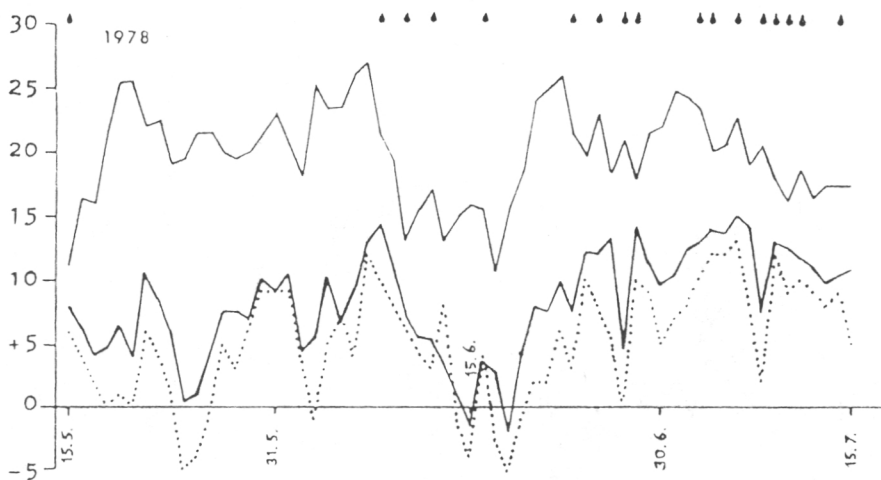


Kuva 14. Teoreettinen kaavio paikalliseen marjasatoon vaikuttavista tekijöistä (tarkoittaa tässä vain osakasvustojen satoja).

Liite 1. Kukintakausien minimi- ja maksimilämpötilat sekä sade-
päivät vuosina 1976 - 1979 Lammin biologisella asemalla.
Pisteviiva kuvaa Laaviosuon mikroilmastoaseman minimi-
lämpötiloja. \square = kukinnan huippu, \star = mustikka, \odot =
suokukka, \star = juolukka, ∇ = puolukka, \star = karpalo.



Liite 1., jatkoa

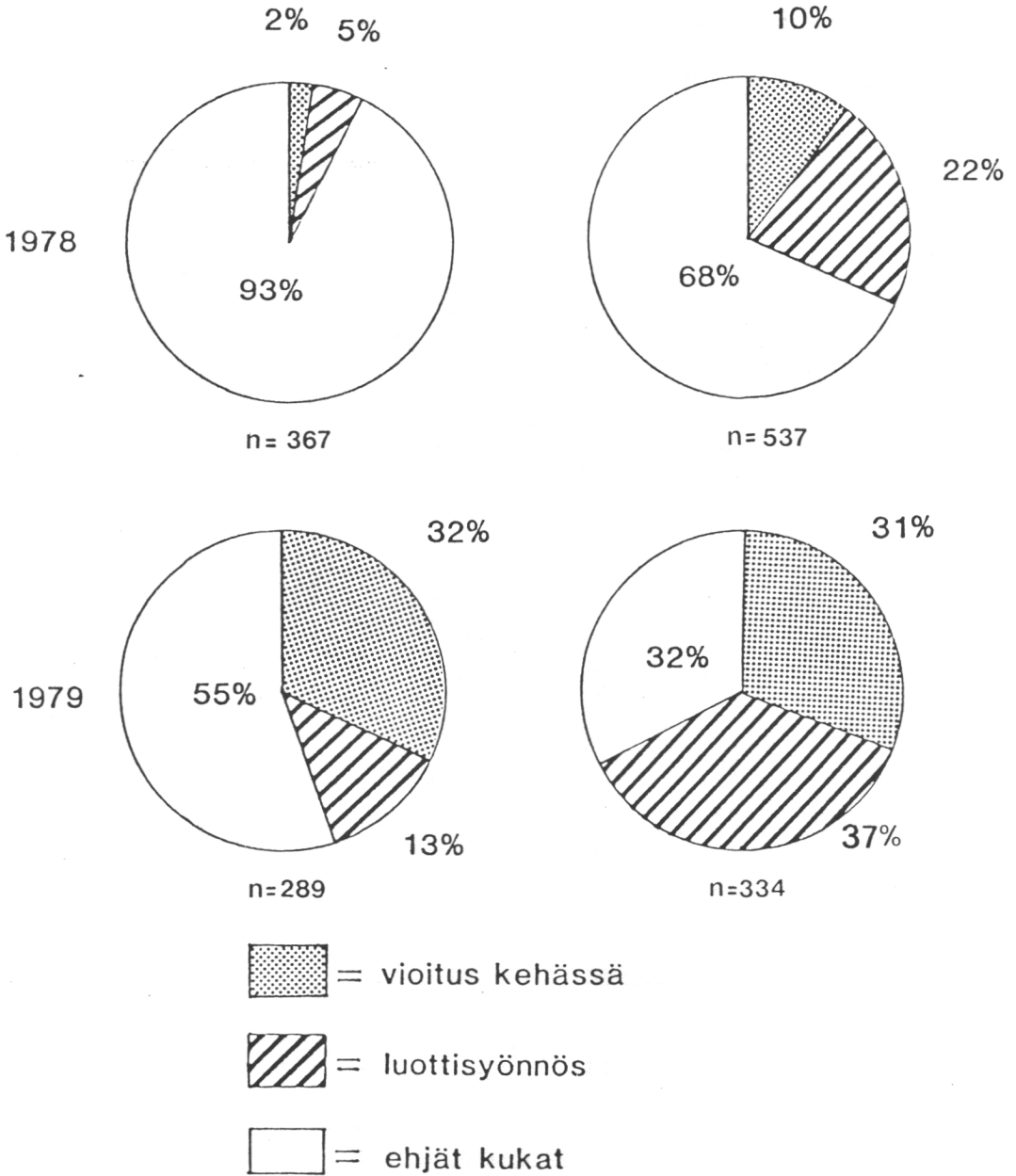


Liite 2. Vuosien 1976 - 1979 kuukausien keskilämpötilojen ja sademäärien poikkeamat pitkäaikaisista keskiarvoista Lammin biologisella tutkimusasemalla. Viimeisessä sarakkeessa lumen paksuus ja lumen sulamisen päivämäärä.

1976				1977			
KK	C°	mm	cm	C°	mm	cm	
1	- 4.4	- 13	18	0	- 4	36	
2	- 0.5	- 11	20	- 2.3	+ 19	73	
3	+ 1.7	+ 1	20	+ 1.8	- 2	25	
4	+ 0.7	- 13	0	- 1.0	+ 58	0	16.4.
5	- 1.7	- 20		+ 0.2	+ 22		
6	- 1.9	+ 1		- 0.1	+ 28		
7	- 1.8	+ 15		- 1.9	+ 24		
8	- 0.8	- 43		- 1.3	- 42		
9	- 3.1	- 28		- 2.2	+ 6		
10	- 3.6	- 24	1	+ 0.2	+ 18		
11	- 0.2	- 9	0	+ 1.0	+ 32	8	
12	- 1.7	+ 13	29	- 2.4	- 17	20	24.4.

1978				1979			
KK	C°	mm	cm	C°	mm	cm	
1	+ 0.4	- 21	25	- 2.0	+ 22	55	
2	- 5.6	- 15	30	- 2.8	- 10	57	
3	+ 1.1	+ 30	21	+ 2.6	+ 1	42	
4	- 1.0	- 11	0	- 0.9	- 13	0	11.4.
5	+ 1.0	- 39		+ 2.0	- 6		
6	+ 0.3	- 4		+ 1.6	- 11		
7	- 1.6	- 7		- 2.3	+122		
8	- 0.9	+ 48		+ 0.4	+ 6		
9	- 2.0	+ 20					
10	- 1.1	- 33					
11	+ 1.7	- 1	7				
12	- 9.9	- 35	17				21.4.

Liite 3. Mustikan kukkavioitukset.



KIRJALLISUUS

- BELL, H.P. 1957. The development of the blueberry seed. *Can. J. Bot.* 35:139-153.
- " & BURCHILL, J. 1955. Flower development in the lowbush blueberry. *Can. J. Bot.* 33:251-258.
- ELFVING, R. 1968. Die Bienen Finnlands. *Fauna Fennica* 21:1-69.
- ERIKSSON, E. 1975. Blombiologiska undersökningar i odlade lingon. Examenarbete: Avd. för frukt- och bärödling. Lantbrukshögskolan, Alnarp. 14 s.
- FREE, J.B. 1970. The flowerconstancy of bumblebees. *J. Animal Ecol.* 39:395-402.
- GRANT, V. 1950. The flowerconstancy of bees. *Bot. Rev.* 16: 379-398.
- GURR, E. 1965. The rational use of dyes in biology. 422 s. Lontoo.
- HASLERUD, H.-D. 1974. Pollination of some Ericaceae in Norway. *Norw. J. Bot.* 21:211-216.
- HASSELROT, T.B. 1960. Studies on Swedish bumblebees (genus *Bombus* Latr.). *Opuscula Entomol. Suppl.* 17:1-192.
- HAVAS, P. 1966. Pflanzenökologische Untersuchungen im Winter. 1. Zur Bedeutung der Schneedecke für das Überwintern von Heidel- und Preiselbeere. *Aquilo Ser. Bot.* 4:1-36.
- HEINRICH, B. 1976. Resource partitioning among some eusocial insects: Bumblebees. *Ecology* 57:874-889.
- HULKONEN, O. 1928. Zur Biologie der Sudfinnischen Hummeln unter besonderer Berücksichtigung der Pflanzenwahl und des Blütenbesuches. *Ann. Univ. Aboensis Ser. A* 3(1):1-81.
- LEHMUSHOVI, A. 1975. Puolukan pölytyskokeista ja marjonnasta. Puutarhantutk. lait. tiedonantoja 1:23-30.
- " & HIIRSALMI, H. 1973. Cultivation experiments with the cowberry - significance of substrate, liming, fertilization and shade. *Ann. Agric. Fenn.* 12:95-101.
- LUNDBERG, H. 1975. The interrelationship between *Vaccinium* species and *Bombus* (Hym. Apidae) in an arctic environment. *Bull. Tech. Apicole* 2:191-197.
- MACIOR, L.W. 1971. Co-evolution of plants and animals - systematic insights from plant-insect interactions. *Taxon* 20:17-28.
- " 1978. Pollination ecology of vernal angiosperms. *Oikos* 30:452-460.

- MOSQUIN, T. 1971. Competition for pollinators as a stimulus for the evolution of the flowering time. *Oikos* 22:398-402.
- NOUSIAINEN, H., TERÄS, I. & VIRAMO, J. 1978. Mustikka ja puolukka - hyönteispölytteiset metsämarjamme. *Suomen Luonto* 2:91-94.
- PEKKARINEN, A. & TERÄS, I. 1977. Suomen kimalaisista ja loiskimalaisista. *Luonnon Tutkija* 81:1-24.
- READER, R.J. 1975. Competitive relationships of some bog ericads for major insect pollinators. *Can. J. Bot.* 53: 1300-1305.
- SASS, J. 1966. *Botanical microtechnik*. 228 s. Ames.
- TERÄS, I. 1976. Flower visits of bumblebees, *Bombus Latr.* (Hymenoptera, Apidae), during one summer. *Ann. Zool. Fenn.* 13:200-232.
- VIRAMO, J. 1979. Mustikkaa ja puolukkaa koskevista pölytysbiologisista tutkimuksista Kuusamossa. *Acta Univ. Ouluensis. Series A.* 68:196-207.

LUONNONMARJOJEN KASVINTUHOOJAT JA NIIDEN MERKITYS

Osmo Heikinheimo
Maatalouden tutkimuskeskus
Tuhoeläinosasto
PL 18
01301 VANTAA 30

The article lists the commonest and most important diseases and animal pests of the native berries in Finland. The yields on native raspberry currants and clodberries have suffered most from herbivore damages.

O. HEIKINHEIMO, Agr. Res. Centre, Box 18,
SF-01301 Vantaa 30, Finland.

Johdanto

Tietoja maassamme esiintyvistä luonnonmarjojen taudeista ja tuhoeläimistä on saatavissa varsin niukasti. Parhaiten tunnettuja ovat herukoiden ja vatun kasvintuhoojat niiden viljellyistä lajikkeista ja viljelystä saatujen tietojen ja tehtyjen tutkimusten ansiosta.

Virustaudit ja MLO

Viljellyistä mansikoista on todettu varsin monesta paikasta virustauteja (BREMER 1982c). Ne ovat kulkeutuneet alkuaan maahan tuotujen saastuneiden taimien mukana ja levinneet edelleen mansikkaa kasvullisesti lisättäessä. Niiden ei ole todettu voivan levitä meillä tehokkaasti hyönteisten mukana niitä levittävien kirvojen puuttuessa tai kirvojen vähälukuisuuden vuoksi mansikassa. On ilmeistä, että ahomansikassa, jossa ne voivat aikaansaada kääpiökasvuisuutta ja lehtien kurttuisuutta, ne joko puuttuvat meillä tai ovat ainakin harvinaisia.

Toisin on luonnonvadelman laita. Vadelmasta tunnetaan koko joukko virustauteja (BREMER 1982b), joista useimmat leviävät pienen (*Aphis idaei* v.d. G.) ja ison (*Amphorophora idaei* (Börn.)) vattukirvan välityksellä helposti vadelmayksilöistä toiseen. Muutamia ns. maalevintäisiä virustauteja puolestaan levittävät *Trichodorus*- ja *Longidorus*-sukuihin kuuluvat ankeroidet. Missä näitä virustauteja ja niiden levittäjäankeroisia on, siellä maa on virustautien saastuttamaa, ts. jokainen uusi siemenestä kasvava vadelmayksilö on saastuva tällaisessa kasvupaikassa. Marjasadon kannalta on hyvin merkittävää, jos kaksi tai useampia eri viruksia iskeytyy samaan vadelmayksilöön, sillä silloin vadelman sato alenee tuntuvasti. Vadelman virustaudit ovat niin laajalti levinneitä ja yleisiä luonnonvadelmikoissa, että on tuskin mahdollista löytää yksilöä, joka olisi säästynyt tartunnalta. Pihlajassa esiintyy kaksi virustautia, joista rengaslaikkuja lehtiin aiheuttava virus on yleinen. Harvinaisempana siinä esiintyy omenan mosaiikki.

Mustaherukasta on meillä todettu satoa voimakkaasti heikentävä suonenkatovirustauti (BREMER 1982a). Siitä on ainakin kolme rotua, joista yksi aikaansaa taudinkehityksen tietyssä vaiheessa kukkien epämuotoisuutta ja steriliteettiä, myöhemmässä vaiheessa kukkien varisemista. Suonenkatovirusta levittää herukan äkämäpunkki (*Cecidophyopsis ribis* Nal.) (HEIKINHEIMO 1982a), joka puolestaan hyötyy kasvin sairastumisesta siten, että se kykenee lisääntymään viroottisessa kasvissa paljon tehokkaammin kuin terveessä. Kun punkki leviää pääasiallisesti tuulen mukana, leviää mainittu virustauti sen kuljettamana varsin tehokkaasti. Tutkimuksissa on selvinnyt, että suonenkatovirusta esiintyy myös taikinamarjassa ja punaherukassa, samoin sen kuljettajapunkkia, jonka paisuneet aukeamattomat silmüäkämät ovat yleisiä niin viljellyissä kuin luonnonvaraisissa mustaherukoissa ja taikinamarjoissa (BREMER ym. 1979). Punaherukoissakin niitä tapaa, mutta niiden erottaminen terveistä silmuista on vaikeampaa.

Mustikasta, puolukasta ja sianpuolukasta tunnetaan kasviyksilöille hyvin tuhoisa mykoplasman kaltainen organismi (MLO), joka aikaansaa isäntäkasvissaan tiheää haarottumista, tuulen-

pesäkasvua, kääpiölehtisyyttä ja lopulta versojen kuoleamisen (BREMER 1981). Se leviää kaskaiden välityksellä. Löytöjä tästä taudista on pitkin maatamme, varhaisin löytö herbaarionäytteen perusteella vuodelta 1910. HIITONEN (1933) käytti sairaista kasveista nimeä *f. mivrophylla*. Tautisten kasvien esiintyminen on paikoittaista, eikä taudilla liene sadon heikentäjänä mainittavaa merkitystä.

Sienitaudit

Katajalla aikaansaa keväisin keltaisia kookkaita hyytelö-möykkyjä kolme *Gymnosporangium*-ruostesienilajia, joista pihlajan-katajan ruoste (*G. cornutum* (Pers.) Arth.) on yleisin. Katajan karistesieni (*Lophodermium juniperinum* (Fr.) de Not.) voi aiheuttaa neulasten varisemista ja oksien kuivumista (RAUHALA 1958).

Seebramännyn-herukan ruoste eli villaruoste (*Cronartium ribicola* J. C. Fish.) voi esiintyä haitallisena musta- ja punaherukassa viisineulasmäntyjen läheisyydessä (KAUHALA 1958). Toinen melko yleinen ruostesieni kummassakin herukkalajissa herukan-saran ruoste (*Puccinia ribesiicaricis* Kleb.). Runsaana esiintyessään varsin haitallisia voivat olla herukan varistesieni (*Pseudopeziza ribis* Fuck.) ja herukan valkolaikkusieni (*Septoria ribis* Desm.). Amerikan karviaishärmästä (*Sphaerotheca mors-uvae* (Schwein. J. Berk.) on varsin lyhyessä ajassa kehittynyt rotuja, jotka ovat voimakkaasti iskeytyneet musta- ja punaherukan eräisiin viljelylajikkeisiin. Niiden esiintymisestä luonnonkannoilla ei kuitenkaan ole vielä kertynyt tietoja. Varsin silmiinpistävä punapahkatauti (*Nectria cinnabarina* (Tode) Fr.) esiintyy varsinkin punaherukoissa. On varsin ilmeistä, että se on sekundaarinen loinen, joka iskeytyy vasta harmaahomeen (*Botrytis cinerea* Pers.) tappamiin tai muutoin heikentyneisiin oksiin. Harmaahome puolestaan pääsee oksiin hankautumista, repeämistä ym. kuorivaurioista, joista se leviää puuosaan ja ytimeen estäen nestevirtauksen oksan kärkiosaan, joka vähitellen lakastuu.

Kuusen-tuomen ruoste (*Pucciniastrum areolatum* (Fr.) Otth.) tuomen lehdissä sekä tuomen pussitautisieni (*Taphrina pruni* (Fuck.) Tull.) tuomen marjoissa ovat yleisiä tuomen sienitauteja (RAUHALA 1958). Harmahtavaa härmää tuomen lehdissä aikaan saa monin paikoin tuomen härmäsieni (*Podosphaera tri-dactyla* (Wallr.) de Bary). Myös punapahkatauti on tuomessa yleinen.

Muumiotautisia marjoja tavataan yleisesti tuomen (*Sclerotinia padi* Woron), mustikan (*Scl. baccarum* (Schroet.) Rehm.), karpalon (*Scl. oryococi* Woron.), juolukan (*Scl. megalospora* Woron.) ja puolukan (*Scl. urnula* (Weinm.) Rehm.) marjoissa (RAUHALA 1958). Muumiotaudin mustuttamat ja pilaamat marjat aiheuttavat merkittäviä marjasadon lajittelukustannuksia pakkaamoille.

Ruusulajeista on tavattu 4 ruostesienilajia, yleisin niistä on ruusun suippopääruoste (*Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schlecht.). Mesimarjasta on tavattu 3 ruostesienilajia, joista mesimarjan keltaruoste (*Pucciniastrum arcticum*) (Lagerh.) Transsch.) on melko yleinen. Vadelman ruoste (*Phragmidium rubi-idaei* (DC.) Karst.) on puolestaan hyvin yleinen vadelmassa (RAUHALA 1958).

Pihlajassa on todettu 2 ruostesienilajia, joista pihlajan-katajan ruoste (*Gymnosporangium cornutum* (Pers.) Arth.) on siinä erittäin yleinen. Paikoin Etelä-suomessa esiintyy pihlajassa härmää (*Podosphaera aucupariae* Erikss.). Härmää on yleisesti myös mustikan (*P. myrtillina* (Schub.) Kunze & Schmidt ja juolukan (*P. major* (juel) Blum.) lehdissä. Punapöhötauteja esiintyy yleisesti sianpuolukassa (*Exobasidium arctostaphyli* Harkn.), mustikassa (*E. myrtilli* Siegm.), juolukassa (*E. vaccinii-yliginosi* Boud.) ja puolukassa (*E. vaccinii* Fries.). Sekä mustikassa että juolukassa esiintyy hyvin yleisesti, juolukassa varsinkin Pohjois-Suomessa, mustikan ruostetta (*Oucciniastrum vaccinii* (Wint.) Jørst.) (RAUHALA 1958).

Tuhoeläimet

Seuraavassa ei käsitellä riistaeläimiä, lintuja tai muita selkärankaisia, joille luonnonmarjat ovat merkittävä tai pääasiallinen ravinnonlähde marja-aikaan, lajeja, joiden merkitys ihmisen kilpailijoina samasta ravinnonlähteestä voi olla hyvinkin merkittävä.

Monet hyönteiset ja niiden toukat saavat pääasiallisen tai kaiken ravintonsa luonnonmarjoistamme. Useimmat lajit syövät tai imevät lehtiä ja nuoria versoja, muutamat kukkia ja marjoja. Tällaisten lajien määrä on todella suuri. Pelkästään niiden suurperhosten määrä, jotka toukkina elävät luonnonmarjoista (SEPPÄNEN 1954), on mittava kuten seuraavasta luettelosta ilmenee:

Luonnonmarjat	Suurperhoslajeja tavattu toukkina kpl	Luonnonmarjat	Suurperhoslajeja tavattu toukkina kpl
Kataja	13	Ruotsinpihlaja	4
Takinamarja	22	Tuhkapensas	6
Mustaherukka	28	Tuomi	74
Punaherukka	36	Tyrni	6
Ruusut	40	Mustikka	102
Ahomansikka	6	Juolukka	93
Vadelma	70	Puolukka	23
Hilla	11	Karpalo	3
Mesimarja	6	Sianpuolukka	3
Lillukka	8	Riekonmarja	0
Kotipihlaja	74	Variksenmarja	2
Suomenpihlaja	8	Pohjanvariksenmarja	3

Vaikka lajimäärät ovat niin suuria, on yllämainittujen suurperhosten merkitys yhteensäkin varsin pieni luonnonmarjasadolle. Muissa hyönteisryhmissä sen sijaan on yksittäisiä lajeja, joiden merkitys marjasadon pienentäjänä on huomattava. Näistä muutamia esimerkkejä seuraavassa.

Vadelman (HEIKINHEIMO 1982b) marjasadon määrän ja laadun heikentäjänä tunnetuin on vattukuoriainen (*Byturus tomentosus* F.) ja sen toukka. Laji on koko maassa hyvin yleinen. Usein

kaikki marjat ovat sen vikuuttamia ja pilalle syömiä. Vattukärsäkäs (*Anthonomus rubi* Herbst.) saattaa melkoisesti heikentää marjasatoa katkomalla kukkanuppuja. Vatun äkämäpunkki (*Eriophyes gracilis* Nal.) on hyvin yleinen luonnonvadelmissa. Se aikaansaa lehtiin keltaisia laikkuja ja heikentää marjasatoa usein yli 20 %. Vatun lasisiipi (*Pennisetia hylaeiformis* Lasp.) ja vattukärpänen (*Hylemya rubivora* Coq.) tuhoavat osan vatun versoista. Niiden merkitys on kuitenkin verraten vähäinen marjasadon kannalta.

Hillan pahinta tuhoeläintä, hillakuoriaista (*Calerucella "nymphaeae"* (L.) käsitellään yksityiskohtaisesti toisaalla tässä julkaisussa. Hillakuoriaista on tutkinut HIPPA ym. 1975, 1976a, 1976b.

Musta- ja puna-herukoissa elävistä pikkuperhosista (HEIKINHEIMO 1982a) on mainittava herukan silmukoi (*Kessleria rufella* Tengsts.), herukkakoi (*Lampronia capitella* Clerck) ja karviais-koisa (*Zophodia convolutella* Hübn.), joiden toukat saattavat paikoin hävittää varsin perusteellisesti keväisiä silmuja, viimeksi mainittu raakileterttuja myös luonnonvaraisista pensaista.

Pihlajasta on mainittava marjojen huomattavin tuhooja, pihlajanmarjakoi (*Argyresthia conjugella* Zell.), jonka runsaus ja haittojen määrä vaihtelevat väljissä puitteissa pihlajan kukinnan jaksottaisuuden mukaan (HEIKINHEIMO 1969).

Tyrnistä tunnetaan tyrnin äkämäpunkki (*Eriophyes hippophaenus* Nal.), jota on esiintynyt paikoin Pohjanlahden rannikkoalueella (VAPPULA 1962). Huomattavasti yleisempi ja paikoin varsin merkittävä versojen pilaaja on tyrnikoi (*Celechia hippophaella* Schrank) toukka. Sen vaikutuksia marjasatoon ei ole selvitetty.

Ruusun lukuisista tuhoeläimistä mainittakoon kiulukärpänen (*Rhagoletis alternata* Fall.), joka melko uutena tulokkaana on levinnyt koko Etelä-Suomeen (VAPPULA 1962) tuhoten paikoittain lähes kaikki kiulukat ruusuista.

Yhteenvetona edellä esitetystä voidaan sanoa, että kasvin-
tuhoojien merkitys luonnonmarjasatojen turmelijoina ja sadon
vähentäjinä on vadelmalla ja herukoilla suuri, puolukalla,
mustikalla, juolukalla ja karpalolla pieni. Kukinta-ajan halla-
vauriot ja kukinnan jaksottaisuus sekä muut ympäristötekijäin
vaikutukset ylittävät viimeksi mainituilla, hillalla ja pihla-
jalla moninkertaisesti kasvintuhoojien satoa heikentävät vai-
kutukset.

Summary

Pests of native berries and their significance.

In native berries extensive reduction in yield have been
caused by pests, especially in raspberries, currants and cloud-
berries, and locally also in *Hippophae rhamnoides*. The most
important pests are some virus disease and *Byturus tomentosus*
in raspberry, *Cecidophyopsis ribis* and the reversion virus it
transfers in different currant species, *Gelechia hippophaella*
in *Hippophae rhamnoides*, *Galerucella "nymphaeae" (L.)* in cloud-
berry, *Argyresthia conjugella* in mountain ash berries and
Rhagoletis alternata in rose hips. The insect species living
on *Vaccinium* and *Oxycoccus* are numerous, but their damages
to berry crops of minor importance.

KIRJALLISUUS

- BREMER, K. 1981. Withes broom disease of *Arctostaphylos* and *Vaccinium* species in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 20:188-191.
- " 1982a. Herukat ja karviainen, kasvitaudit. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita 1982:109-112.
- " 1982b. Vadelma, kasvitaudit. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita 1982:116-118. Joensuu.
- " 1982c. Mansikka, kasvitaudit. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita 1982:120-123. Joensuu.
- " & HEIKINHEIMO, O. 1979. Problems of the reversion disease of *Ribes* in Finland. *Acta Hort.* 95:87-91.
- HEIKINHEIMO, O. 1969. Ennustepalvelu omenakääriäistä ja pihlajanmarjakoita torjuttaessa. *Hedelmä- ja Marja* 16:10-12.
- " 1982a. Herukat ja karviainen, tuhoeläimet. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita 1982:112-115. Joensuu.
- " 1982b. Vadelma, tuhoeläimet. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita 1982:118. Joensuu.
- HIITONEN; I. 1933. *Suomen Kasvio*. 771 s. Helsinki.
- HIPPA, H. & KOPONEN, S. 1975. On the damage caused by the species of *Galerucella* (Col., Chrysomelidae) on cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) in Finland and Northern Norway. *Rep. Kevo Subarctic Res. Sta.* 12:54-59.
- " 1976a. Distribution of the species of *Galerucella* (Col., Chrysomelidae) on cloudberry in Fennoscandia. *Rep. Kevo Subarctic Res. Sta.* 13:40-43.
- " 1976b. Hillakuoriainen, aapasoidemme tuholainen. *Suomen Luonto* 35:238-241.
- RAUHALA, A. 1958. *Kasvien sienitauteja*. 354 s. Porvoo.
- SEPPÄNEN, E.J. 1954. *Suomen suurperhostoukkien ravintokasvit*. *Suomen Eläimet* 8. 414 s. Helsinki.
- VAPPULA, N.A. 1962. *Suomen viljelykasvien tuhoeläinlajisto*. *Ann. Agric. Fenn. Suppl.* 1:1-275.

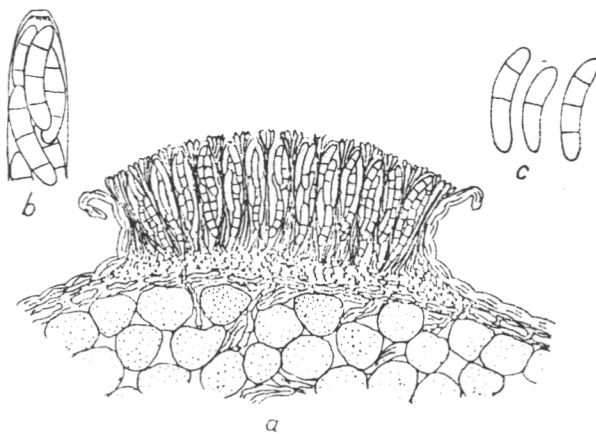
PUOLUKANLUMIHOME

Timo Kurkela
Metsäntutkimuslaitos
Metsänsuojelun tutkimusosasto
Unioninkatu 40 A
00170 HELSINKI 17

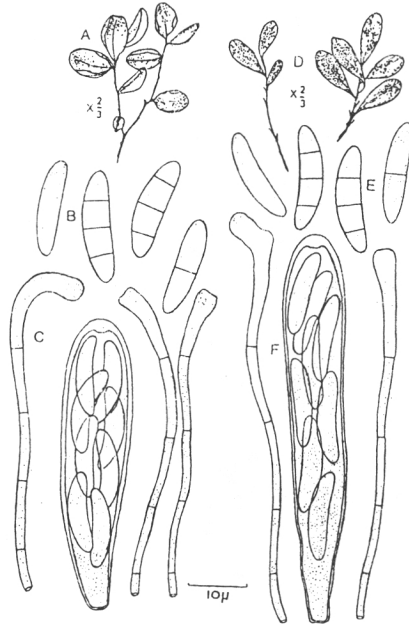
Puolukan varvuston määrä ja pysyvyys ovat tärkeimpiä hyvän puolukkasadon edellytyksiä. Runsaimmillaan puolukan varvusto on puolukkatyyppin (VT) metsämailla. Metsän kasvipeite ei ole kuitenkaan muuttumaton. Pintakasvillisuuden lajisto ja lajien runsaussuhteet muuttuvat metsikön kehityksen mukaan. Kokemuksensa ohjaamina puolukanpoimijat hakeutuvat vanhoihin harvahkoihin metsiin tai niiden hakkuualoille. Toisaalta tiedetään, että paljaaksihakatuilla metsämailla puolukan varvusto vähitellen vähenee ja muut kasvit valtaavat kasvutilan. KUJALA (1926) pääättelee lähinnä kuivuuden olevan haitallisin tekijä puolukan menestymiselle hakkuun jälkeen, jolloin muuttuneissa oloissa paremmin kilpailukykyiset kasvit pääsevät lisääntymään. Sikäli kuin tässä on tarkoitettu kesäaikaista kuivuutta, päätelmä ei näyttäisi olevan kaikilta osiltaan pitävä. Puolukan lehdet ovat rakenteeltaan varsin kseromorfisia ja hakkuun jälkeen varvuston uudistuessa maanalaisista varsista kseromorfiset ominaisuudet edelleen vahvistuvat. Maaperä ei myöskään hakkuun jälkeen välttämättä ole aiempaa kuivempi, koska vettä haihduttavasta kasvillisuudesta suurin osa, puusto on hakkuussa poistettu (SPURR 1964). Kuivuminen voi kuitenkin olla merkittävä tekijä varvuston menestymiselle erikoisolosuhteissa. Lumi-peite on varpukasvillisuudelle tarpeellinen suoja talvella tapahtuvaa kuivumista vastaan (KUJALA 1926, HAVAS 1966). Erityisesti vähälumisina talvina tuulisilla paikoilla varvut ovat alttiina kuivumiselle. KUJALAn (1926) kuvaama puolukan varvuston nopea kuoleminen avohakkuun jälkeen näyttää kuitenkin olevan selitettävissä lähinnä lumihomeiden vaikutuksen avulla (KURKELA 1974).

Useimmilla ikivihreillä kasveilla lumisen talven alueella on lumessa tai lumen alla rihmastoan kasvattavia talvituho-sieniä. Rihmasto tappaa ja käyttää ravinnokseen lumen alla kohtaamiaan isäntäkasvinsa vihreitä lehtiä. Silmin havaitta- van rihmaston takia näitä sieniä nimitetään lumihomeiksi tai härmeiksi. Lumihomeisiin kuuluu sieniä monista taksonomisista sieniryhmistä. Laidunnurmissa ja syysviljoissa lumihomeina esiintyy kotelo- ja vaillinaissienten lisäksi joukko kanta- sieniä (**Typhula**). Yleisimmät havupuiden ja varpujen lumihomeet ovat kotelosieniä. Myös sammalilla lumen alla kasvustoa hävit- tävät sienet ovat yleisiä. Yleispiirteiltään lumihomeiden eko- logia näyttää olevan hyvin samanlainen sienten systemaattisesta asemasta riippumatta.

Ikivihreät varvut muodostavat metsissämme merkittävän lumi- homeille alttiin kasvuston. Puolukan, sianpuolukan ja kanervan varvustoissa esiintyy paikoin runsaasti kuolleita laikkuja. Keväällä lumen sulaessa näiden laikkujen voidaan havaita laa- jentuneen talven aikana. Kuolleen kasvuston joukossa on run- saasti sienirihmastoja. Lumihomeen valtaama puolukan varvusto on aluksi lumen alta paljastuessaan ruskea. Syksyyn mennessä lehdet harmaantuvat ja niiden alapinnalle kehittyy tavallisesti **Eupropelella vaccinii** (Rehm) v. Höhn. -sienen askokarpeja.



Kuva 1. **Eupropelella vaccinii**. a) Apoteekion halkileikkaus, 250 X. b) Itiökotelon kärki. c) Koteloiitiöitä, 1000 X, (MÜLLER 1975. Sydowia, ann. myc. 11:130-132).



Kuva 2. **Eupropelella vaccinii**. A-C) Sieni puolukalla; A) yleiskuva; B) koteloitiöitä; C) itiökotelo ja parafyysejä. D-F) Sieni sianpuolukalla; D) yleiskuva; E) koteloitiöitä; F) itiökotelo ja parafyysejä, IMI 118037 (MORGAN-JONES 1972. Can. J. Bot. 50:1073-1076.

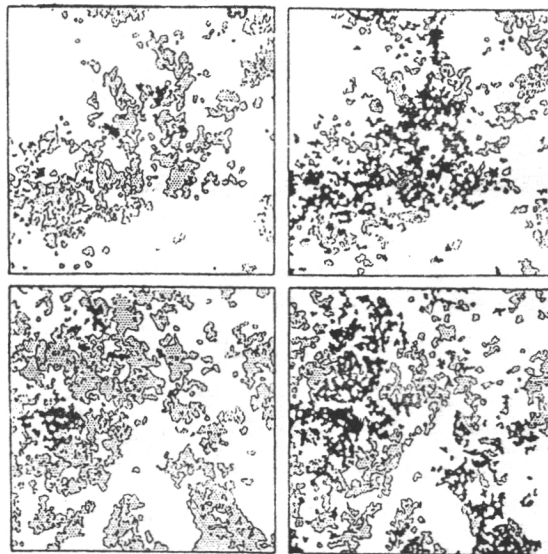
Laji on ollut tunnettu jo pitkään. MÜLLER (1957) tarkensi sen kuvauksen. MÜLLER ym. (1958) kuvasivat sianpuolukalta uuden **Eupropelella** -lajin, **E. arctostaphyli**, jota kuitenkin sekä ERIKSSON (1970) että MORGAN-JONES (1972) pitävät samana **E. vaccinii** -sienen kanssa.

Toistaiseksi **E. vaccinii** -sienen puhdasviljelmillä ei ole tehty patogeenisuustestejä. Sen sijaan sienen itiöpesäkkeitä (apoteekioita) sisältävillä lehdillä tehty puolukan ja sianpuolukan varvuston inokulointi aiheutti varvustossa lumihometartunnan (KURKELA 1974). Vaikka puolukan ja sianpuolukan **Eupropelella**-sienet ovat morfologisesti samanlaiset, näyttää niillä esiintyvän jonkin verran erikoistumista isäntäkasvin suhteen. Lumihome oli runsaampaa, kun varvustoa inokuloitiin oman lajin kuolleilla lehdillä. Näiden kokeiden perusteella voidaan **Eupropelella vaccinii** -sientä pitää varsin todennäköisenä puolukan ja sianpuolukan lumihomeen aiheuttajana. Epätasaisella kasvupaikalla lumihometta on puolukan varvustossa yleensä

maanpinnan matalimmissa kohdissa. Näistä sieni tappaa puolukan varvuston pian avohakkuun jälkeen. Ilmeisesti lumihome (sienirihmasto) leviää pääasiassa kevättalvella lumen sulamisvaiheessa. Näin rihmasto vain harvoin ehtii kasvaa ennen lumen sulamista maanpinnan korkeimmilla kohdilla, kivillä, kannoilla ja mätäillä olevaan varvustoon. Jos maanpinta on tasainen ja paikallis. lumenviipymäaluetta, saattaa lumihome tappaa varvustoa laajoilta yhtenäisiltä aloilta.

Sianpuolukan lumihome leviää usein kasvuston keskustasta ulospäin, jolloin syntyy jo KUJALAN (1926) mainitsema rengasmaisia sianpuolukkakasvustoja. Jos olosuhteet muuttuvat, esim. varjostava puusto poistetaan, saa lumihome helposti ylivallan myös sianpuolukan varvustossa tuhoten sen muutaman talven kuluessa.

Lumihomeen eteneminen varvustossa voi olla joskus varsin nopeaa. KURKELAN (1974) tutkimuksissa lumihomeen saastuttama puolukan varvusto lisääntyi 20 prosentista 70 %:iin yhden talven aikana ja seuraavan talven aikana tuhoutui vielä jäljelle jäänyt elävä varvusto.



Kuva 3. Lumihomeen leviäminen puolukan varvustossa talven aikana 1 m²:n havaintoruuduilla. Pisterasteri kuvaa elävää varvustoa, mustat alat osoittavat lumihomeen tappaman varvuston. Vasemmalla olevissa kuvissa tilanne kesällä 1967 ja oikealla tilanne keväällä 1968 (KURKELA 1974. Karstenia 14:97-101).

Varvuston peittävyys (elävä ja kuollut yhteensä) oli keskimäärin 50 % tutkimuksessa käytetyillä 1 m²:n havaintoruuduilla. Vain mätäs- ym. korkeammille pinnoille näytti tutkimusalueelle jäävän vähäinen pysyvä puolukan varvusto. Lumihome ei tapa varvuston maanalaisia varsia. Jos ne ovat yhteydessä mätäillä kasvaviin varpuihin, saattaa varvusto uudistua lumihomeen läpikäymillä aloilla. Uudistunut varvusto on kuitenkin jatkuvasti alttiina uudelle saastunnalle.

Mielenkiintoista olisi selvittää, ovatko lumihomeet aggressiivisempia aukeilla aloilla kuin puuston varjostamassa varvustossa ja väheneekö varvuston taudinkestävyys merkittävästi avohakkuun jälkeen. Karujen maiden kuusikoissa on usein lähes täysin peittävä puolukan varvusto, jonka marjatuotto on kuitenkin vähäinen. Metsän harvennuksen tai päätehakkuun jälkeen marjatuotto lisääntyy nopeasti ja voi säilyä pitkäänkin korkeana varvuston elävissä osissa. Lumihomeen tuhotessa varvustoa sadot pinta-alayksikköä kohti kuitenkin nopeasti pienenevät. Jos lumihomeen tuhoava vaikutus varvustossa voidaan estää, voi käsittääkseni varvuston marjatuotto jatkua korkeana useita vuosia avohakkuun jälkeen.

Varvuston lumihomeilla on myös suuri botanistinen merkitys. Yleensä kasvillisuuden muutokset metsän hakkuun jälkeen selitetään tapahtuvan kasvien välisen kilpailun seurauksena. Jos tarkastellaan varvustoa tuhoavia lumihomeita muusta kasvillisuudesta riippumattomana ilmiönä, voidaan todeta, että lumihomeet tuhoavat ensin varvuston, minkä jälkeen muut kasvit voivat asettua kasvupaikkavaatimustensa mukaisesti vapautuneelle kasvupaikalle ilman muiden kasvien (putkilokasvien) kilpailua. Tällä vaitteella en pyri väheksymään kasvien välisen kilpailun teoriaa, mutta perusteellisesti tutkittuna uskon sen selventävän merkittävästi syy- ja seuraussuhteita kasvipeitteen muuttumisessa avohakkuun jälkeen lumisen talven alueella.

KIRJALLISUUS

- ERIKSSON, B. 1970. On Ascomycetes on Diapensiales and Ericales in Fennoscandia. I. Discomycetes. Symb. Bot. Upsaliensis 19,4:1-71.
- HAVAS, P.J. 1966. Pflanzenökologische Untersuchungen im Winter. I. Zur Bedeutung der Schneedecke für das Überwintern von Heidel- und Preisselbeere. Aquilo, ser. bot. 4:1-36.
- KUJALA, V. 1926. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Commun. Inst. For. Fenn. 10,1:1-154.
- KURKELA, T. 1974. The association of *Eupropelella vaccinii* (Rehm) v. Höhn. and winter mortality of some ericaceous plants. Karstenia 14:97-101.
- MORGAN-JONES, G. 1972. A new species of *Eupropelella* Höhn. Can. J. Bot. 50:1073-1076.
- MÜLLER, E. 1957. Die Gattung *Eupropelella* v. Höhn. Sydowia, ann. myc. 11:130-132.
- " , HÜTTER, R. & SCHÜEPP, H. 1958. Über einige bemerkenswerte Discomyceten aus den Alpen. Sydowia, ann. myc. 12:404-430.
- SPURR, S.H. 1964. Forest ecology. 352 ss. Ronald Press Co., New York.

HILLAN TUHOHYÖNTEISISTÄ

Seppo Koponen
 Turun yliopisto
 Eläinmuseo
 20500 TURKU 50

Hillan merkittävin tuhohyönteinen on lehtikuoriaisiin kuuluva hillakuoriainen (*Galerucella "nymphaeae"*), joka sekä toukkana että aikuisena syö hillan lehtiä. Aikuinen kuoriainen syö lehtiin reikiä ja toukka kaivaa lehden pintaa aiheuttaen lehden ruskettumisen ja kuivumisen. Runsaana esiintyessään hillakuoriainen aiheuttaa marjasadon menetyksen. Laji aiheutti suurta tuhoa Lapin ja Peräpohjolan soilla 1970-luvun alkupuolella. Viime vuosina on tuhoja havaittu etenkin Oulun läänissä ja Etelä-Lapissa. Hillakuoriainen on viime aikoina siirtynyt myös puutarhamansikan merkittäväksi tuholaiseksi Keski- ja Pohjois-Suomessa.

Paikallisesti hillakasvuston voivat tuhota, aiheuttaen sadon menetyksen, kovakuoriaisista myös mansikkakuoriainen (*Galerucella tenella*) sekä kirppalajit (*Altica*). Mansikkakuoriaista tavataan etenkin Etelä- ja Keski-Suomessa; kirpat taas ovat hillan merkittävin tuhohyönteisryhmä tunturialueilla. Lehtivarren sisällä elävät äkämäsääsken toukat voivat aiheuttaa huomattavaa versojen kuivumista paikallisesti Etelä- ja Keski-Suomessa. Eräs kääriäisperhostoukka (*Acleris aspersana*) on paikoin Pohjois-Suomessa hillan tuholainen.

Monet muutkin hyönteiset käyttävät hillanlehtiä ravintonaan; esimerkiksi perhosista useiden ns. pikkuperhosten toukat sekä päiväperhos- ja yökköstoukat. Myös lehtipistiäistoukkia tavataan hillalla. Nesteitä hillan lehdistä, varresta ja jopa marjoista imevät eräät kirva-, lude- ja kaskaslajit.

Ainoa taloudellisesti merkittävä hillan tuhohyönteinen on hillakuoriainen, mutta paikallisesti voi muillakin lajeilla olla vaikutusta marjasatoon.

Hillakuoriaisen levinneisyyttä, elintapoja ja sen biologisen torjunnan mahdollisuuksia on käsitelty kirjallisuusluettelossa mainituissa julkaisuissa. Myös muita hillaa ravintonaan käyttäviä hyönteislajeja on käsitelty niissä lyhyesti.

KIRJALLISUUS

- HIPPA, H. & KOPONEN, S. 1975. Hillakuoriainen. Maatalouden tutkimuskesk. tietokortti 6 A 4.
- " 1975. On the damage caused by the species of *Galerucella* (Col., Chrysomelidae) on cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) in Finland and northern Norway. Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 12:54-59.
- " 1976. Hillakuoriainen, aapasoiden tuholainen. Suomen Luonto 5/1976:238-241.
- " 1977. Distribution of the species of *Galerucella* (Col., Chrysomelidae) on cloudberry in Fennoscandia. Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 13:40-43.
- " 1979. Experiments of biological control of leaf beetles (Col., Chrysomelidae) on cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.). Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 15:8-10.
- " 1981. Hilla ja hyönteiset Tunturi-Lapissa. Luonnon Tutkija 85:141-143.
- " , KOPONEN, S. & LAINE, T. 1978. On the feeding biology of *Coccinella hieroglyphica* L. (Col., Coccinellidae). Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 14:18-20.
- " , KOPONEN, S. & NEUVONEN, S. 1977. Population dynamics of the form of *Galerucella nymphaeae*-complex (Col., Chrysomelidae) living on cloudberry in northern Finland. rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 13:36-39.
- KORTESHARJU, J., MÄKINEN, V., HIPPA, H. & KOPONEN, S. 1978. Hilla Lapin luonnonvarana. Acta Lapponica Fenn. 10:69-77.

PUOLUKKASADON ENNUSTAMISESTA

Mikko Raatikainen ja Mauri Pöntinen
 Jyväskylän yliopisto
 Biologian laitos
 40100 JYVÄSKYLÄ 10

Johdanto

Puolukkasadon muodostumiseen on kiinnitetty viime vuosikymmeninä huomiota mm. Neuvostoliitossa (KOLUPAEVA 1972, BANDZAITIENE ja BUTKUS 1975), Ruotsissa (TEÄR 1972, ERIKSSON et al. 1979) ja Suomessa (LEHMUSHOVI 1975, 1977 a ja b). Myös Pellervo-Seuran markkinatutkimuslaitos on laatinut satoennusteita vuodesta 1974 alkaen (ANTTILA ja KUJALA et al. 1981). Jyväskylän yliopistossa kenttätutkimukset alkoivat 1973. Niiden tarkoituksena oli selvittää puolukan marjontaa edeltävää kehitystä, satoon vaikuttavia tekijöitä ja sadon ennustamista.

Tutkimusalue ja menetelmät

Tämän tutkimuksen aineisto kerättiin Lapualta v. 1973 - 1977. Tutkimuspaikkoina oli viisi puolukkatyyppin ja yksi mustikkatyyppin puolukan poimintapaikka, joiden puusto vaihteli taimikoista varttuneisiin harvennusmetsiköihin. Noin 1/4 - 1/2 hehtaarin suuruisille tutkimuspaikoille sijoitettiin satunnaisesti keskimäärin 9 (5-11) 0,25 m²:n ympyränmuotoista tutkimusruutua, joiden keskipiste merkittiin numeroidulla puutikulla.

Tutkimuspaikoilta mitattiin mm. maksimi-minimi lämpötilat kenttäkerroksen yläosasta, lumipeitteen paksuus, maaperän pH, maaperän kosteus 3 - 6 kertaa kesässä ja valaistus lukseina. Maaperän kosteutta määritettäessä maanäytettä kuivattiin 3 vuorokautta lämpökaapissa 105°C:ssa, jonka jälkeen punnittiin kuivapaino. Puolukan fenologiasta tehtiin kvantitatiiviset ruutukohtaiset havainnot. Pölyttävistä hyönteisistä, kasvi-taudeista ja tuhoeläimistä tehtiin havainnot vuosina 1973 ja 1974. Puolukoiden vesipitoisuus määritettiin pitämällä tutkimus-

ruuduilta poimittu koko marjasato 3 vuorokautta 60°C:ssa lämpökaapissa ja laskemalla näin syntynyt painohäviö prosentteina marjasadosta.

Tehoisan lämpötilan summat laskettiin vuosina 1973 - 1975 Ylistaron säähavaintoasemalta, joka on noin 20 km Lapualta länteen.

Tulokset ja niiden tarkastelu

Fenologia

tutkimusruudun kasvien katsottiin saavuttaneen kunkin tässä luvussa mainitun kehitysvaiheen, kun puolet tertuista oli saavuttanut tämän asteen. Puolukan nuppuvaiheen katsottiin alkavan silloin, kun nuppu tuli selvästi esiin uloimman kilpimäisen suojuslehden alta. Nuppuvaihe alkoi, kun tehoisan lämpötilan summa oli Ylistarossa keskimäärin 122°C (116-126).

Kukkavaihe alkoi silloin, kun terälehtien kärkiosat irtaantuivat toisistaan. Tehoisan lämpötilan summa oli silloin Ylistarossa 322°C (285-347).

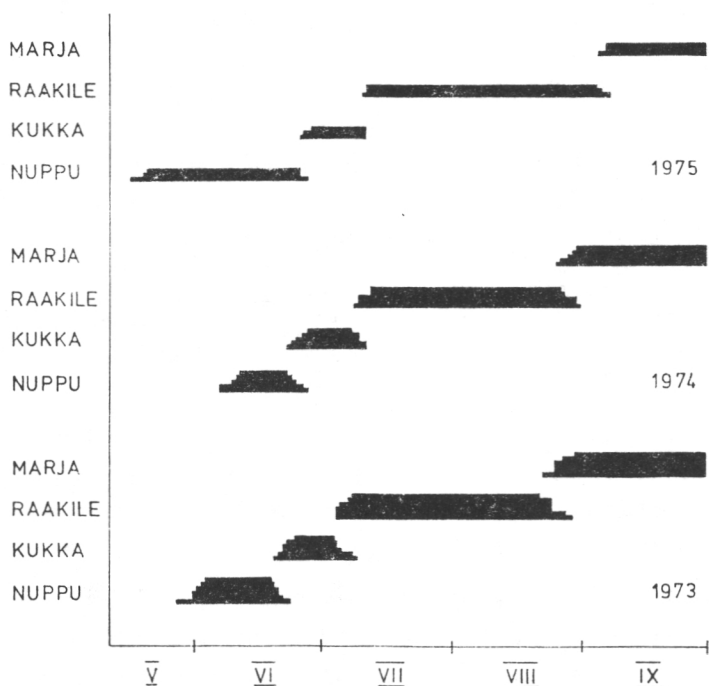
Raakilevaihe alkoi silloin, kun kukkapohjus ja sikiäin turposivat selvästi ja lakastuneet terälehdet irtosivat kukkapohjuksesta. Tehoisan lämpötilan summa oli silloin Ylistarossa 478°C (470-485).

Marjavaihe alkoi silloin, kun marja oli kauttaaltaan punainen. Tehoisan lämpötilan summa oli silloin ylistarossa 990°C (912-1058).

Edellä mainittujen kehitysvaiheiden alkamisajankohdat ja niiden pituudet tutkimuspaikoilla käyvät ilmi kuvasta 1. Jokaisella tutkimuspaikalla oli kasvuston sisäinen vaihtelu huomattava. Nuppuvaiheen alku vaihteli keskimäärin 6, kukkavaiheen alku 7, raakilevaiheen alku 8 ja marjavaiheen alku 9 vuorokautta. Tutkimuspaikkojen väliset keskimääräiset eri kehitysvaiheiden alkamisajankohdat vaihtelivat keskimäärin kuusi

vuorokautta vuosina 1973 - 1975. Vuosien väliset vaihtelut olivat keskimäärin nuppuvaiheen alussa 14, kukkavaiheen alussa 3, raakilevaiheen alussa 4 ja marjavaiheen alussa 7 vuorokautta.

Kehitysvaiheiden pituudet vaihtelivat muutamia vuorokausia eri tutkimuspaikkojen välillä, mutta vuosien välinen ero oli nuppuvaiheessa jopa kaksinkertainen v. 1974 olleen lämpimän ja v. 1975 olleen viileän ajanjakson välillä.



Kuva 1. Puolukan kehitysvaiheiden alkamis-, kesto- ja päätty-misajat Lapualla vuosina 1973 - 1975.

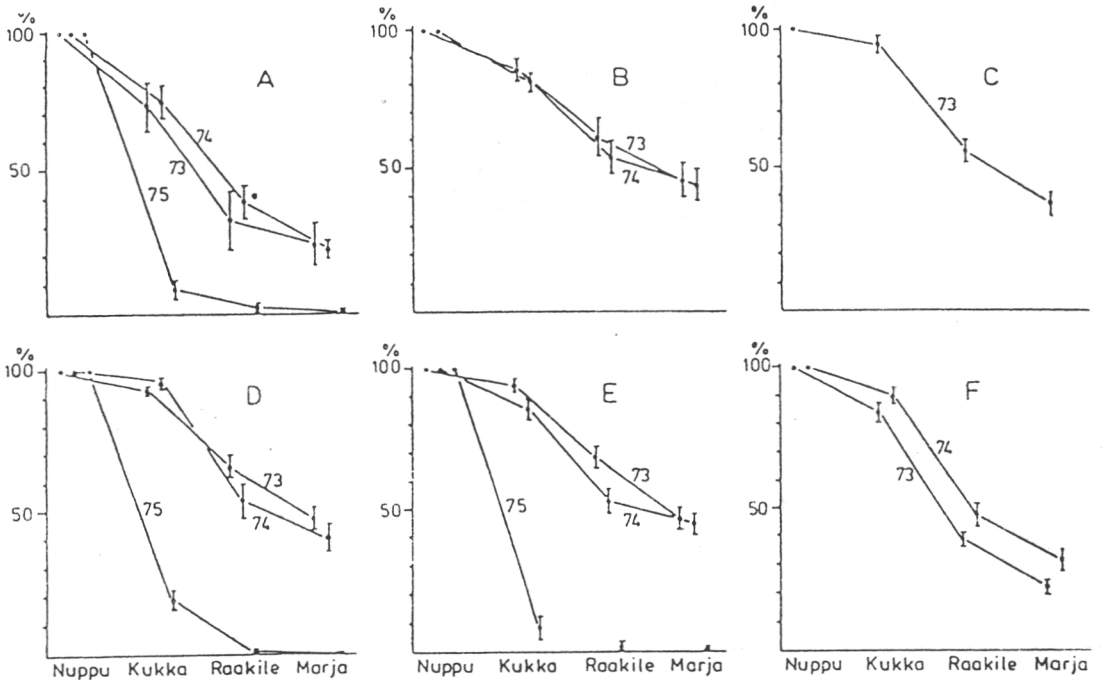
Kausi- ja vuosivaihtelu

Nuppujen tiheys eri kasvupaikkojen välillä vaihteli merkittävästi (taulukko 1). Kasvupaikoilla A ja E ero oli merkittävä vuosien 1973 ja 1974 välillä. Kasvupaikoilla A ja D se oli hyvin merkittävä vuosien 1973 ja 1975 välillä.

Taulukko 1. Nuppujen tiheys tutkimuspaikoilla vuosina 1973-1975.

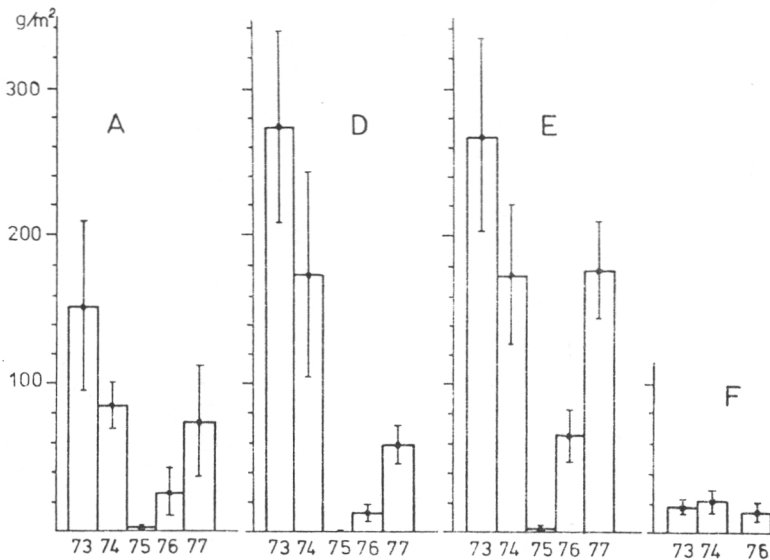
Paikka	Ruutuja	Nuppua kpl/m ²		
		1973	1974	1975
A	9	3940±622	2206±376	1408±207
B	9	3127±745	1672±535	-
C	5	2992±598	-	-
D	11	4636±902	2474±743	1808±314
E	9	4422±781	1916±479	2806±925
F	11	577±149	382±123	-

Nupuista kehittyi kukiksi vuosina 1973 ja 1974 keskimäärin 89 ja 87 %, raakileiksi 56 ja 54 % ja marjoiksi 39 ja 42 %. Vuonna 1975 nupuista kehittyi kukiksi vain 30 %, raakileiksi 1 % ja marjoiksi 0,5 % (kuva 2). Jopa kasvukautena ja kaikissa kasvupaikoissa tuhoutui puolukan nuppua, kukkia, raakileita ja marjoja.



Kuva 2. Kukkien, raakileiden ja marjojen määrät prosentteina nuppujen määrästä ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) eri tutkimuspaikoilla (A-F) vuosina 1973 - 1975.

Nuppuaiheiden muodostumistiheyden vaihtelun ja etenkin nuppuaiheiden nappujen, kukkien ja raakileiden erilaisen tuhoutumisen takia marjasadot muodostuivat eri vuosina erilaisiksi. Kuvasta 2 näkyy vuosien välinen vaihtelu selvästi. Marjasatojen väliset erot eri vuosina olivat merkitseviä, hyvin tai erittäin merkitseviä tutkimuspaikoilla A, D ja E vuosien 1973 ja 1975 sekä vuosien 1974 ja 1975 välillä. Tutkimuspaikoilla D ja E erot olivat merkitseviä, hyvin tai erittäin merkitseviä myös vuosien 1973 ja 1976, 1975 ja 1976, 1975 ja 1977 sekä 1976 ja 1977 välillä. Tutkimuspaikalla D erot olivat merkitseviä myös vuosien 1973 ja 1977 sekä 1974 ja 1976 välillä. Selvimmin tämä satovaihtelu näkyy kuvasta 3, jossa on esitetty marjasatojen painot neliometriä kohden. Tutkimuspaikoilla A, D ja E, jotka olivat taimikoita, satovaihtelut olivat toisiinsa verrattuina samansuuntaiset. Tutkimuspaikalla F, joka oli varttunutta kuusivaltaista harvennusemättä, vuosien välinen satovaihtelu ei ollut tilastollisesti merkitsevä, mutta poikkesi selvästi edellisten paikkojen satovaihtelusta.



Kuva 3. Puolukan marjasadot ($\bar{x} \pm s_x$) tutkimuspaikoilla A, D, E ja F vuosina 1973-1977.

Syyt satovaihteluun

Kasvupaikkojen ja vuosien väliseen sadon vaihteluun vaikuttavat jo kukintojen syntyyn ja kukinnoissa olevien kukkaaiheiden määrään vaikuttavat tekijät. Syksyllä 1973 tutkimuspaikkojen välillä ei todettu tilastollisesti merkitsevää eroa kukkaaiheiden määrissä kukkasilmua kohden. Vähälumisena pakkastalvena 1973 - 1974 kukkasilmuista tuhoutui syys- ja kevätlaskennan välisenä ajanjaksona taimikkovaiheen tutkimuspaikassa A $32,5 \pm 5,3$ % tutkimuspaikassa D $31,3 \pm 5,5$ % ja tutkimuspaikassa E $24,4 \pm 3,7$ %. Kuusikossa olleessa tutkimuspaikassa F tuhoutui kukkasilmuista vain $10,2 \pm 3,3$ %. Erot taimikoissa ja kuusikossa olleiden kukkasilmujen tuhoutumisessa olivat tilastollisesti merkitseviä tai hyvin merkitseviä. Todennäköisesti kuusikko suojaosi talvikautena kukkasilmuja paleltumis- ja kuivumistuhoilta, jollaisia HAVAS (1966) on todennut.

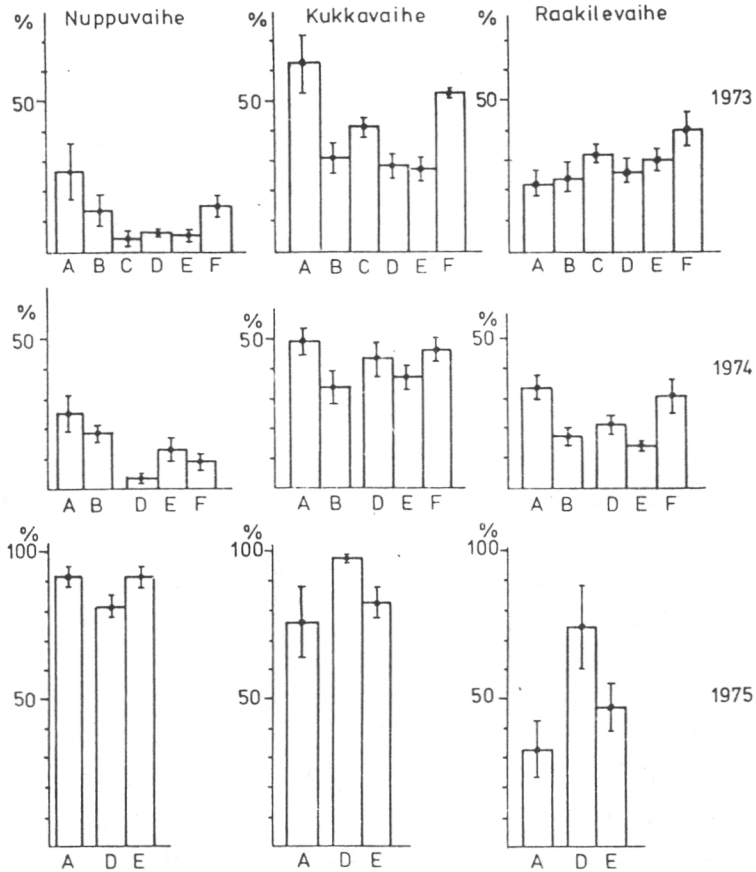
Nuppuasteen tuhot

Nuppuasteella halla tuhoaa melko usein kukkia. Tämän tutkimuksen mukaan puolukan nuppuja alkoi tuhoutua lämpötilan laskiessa -1°C :een, puolet nupuista tuhoutui, kun lämpötila oli noin -5°C ja kaikki nuput tuhoutuivat lämpötilan ollessa noin -9°C . TEÄRin (1972) mukaan $-3,1 - -3,5^{\circ}\text{C}$ halla tuhoaa puolet nupuista.

Kesällä 1975 pääasiassa halla, joka oli $-7 - -9^{\circ}\text{C}$, tuhosi 80 - 90 % kukkanupuista (kuva 4). Vuosina 1973 ja 1974 nuppuista tuhoutui vain noin 5 - 25 % tutkimuspaikasta riippuen. Vioitukset olivat suurimmat tutkimuspaikalla A, jossa sen aiheutti pääasiassa $-3,5^{\circ}\text{C}$:een halla vuonna 1973. Muilla paikoilla hallaa oli vain -1°C tai vähemmän. Tuhoeläiminä olleiden kääriäisperhosten aiheuttamat nupputuhot jäivät noin 0,5 %:iin.

Kukka-asteen tuhot

Kukka-aste oli nuppuastetta herkempi hallalle. Tämän tutkimuksen mukaan puolet kukista tuhoutui lämpötilan ollessa $-1,5^{\circ}\text{C}$ ja kaikki kukat tuhoutuivat lämpötilan ollessa noin -4°C . Myös TEÄRin (1972) mukaan $-1,5^{\circ}\text{C}$:een halla tuhoaa puolet kukista.



Kuva 4. Nappujen, kukkien ja raakileiden tuhoutumisprosentit ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) vuosina 1973 - 1975 eri tutkimuspaikoilla (A - F).

Halla saattoi vioittaa tutkimuspaikan A kukkia vuosina 1973 - 1975, ja vuonna 1975 lämpötila laski kukkavaiheessa tutkimuspaikoilla A, D ja E $-1,5 - -3,5^{\circ}\text{C}$ een, jolloin yli puolet kukista tuhoutui. Kukkatuhot olivatkin sinä vuonna 75 - 96 % (kuva 4). Muina vuosina kukkatuhot olivat noin 30 - 60 %. Runsaat sateet v. 1974 saattoivat aiheuttaa osan kukka-asteen tuhoista. Samankaltaisia tuloksia on saanut myös TEÄR (1972). LEHMUSHOVIn (1977b) kokeiden mukaan sumutuskas-telu haitannee puolukan pölyttymistä.

Pölyttäjät ovat välttämättömiä puolukan marjomiselle. Tämän tutkimuksen mukaan harsokankaisen suojan alla olleiden koe-

ruutujen marjomisprosentti oli $0,4 \pm 0,4$ kun se oli suojan ulkopuolella $30,8 \pm 2,8$ ($P > 0,001$). LEHMUSHOVI (1975) muovihuoneessa tekemien kokeiden mukaan puolukka vaatii ehdottomasti hyönteispölytystä. Samankaltaiseen tulokseen ovat päätyneet NOUSIAINEN et al. (1978) ja VIRAMO (1979). Tämän tutkimuksen mukaan pölytystä tapahtui etenkin aamuisin ja päivisin, sillä öisin klo 20 - 8 peitettynä olleilta ruuduilta marjomisprosentti oli $22,3 \pm 0,8$ ja päivisin klo 8 - 20 peitettynä olleilla ruuduilla $22,2 \pm 1,9$. Marjomisprosentit olivat vain 8 prosenttiyksikköä alhaisempia kuin peittämättömissä ruuduissa. NOUSIAISEN et al.:n (1978) mukaan pölytys tapahtui kuitenkin pääasiassa päivisin.

Päiväsaikaan Lapualla tehdyt havainnot osoittivat kimalaisten olleen tärkeimmät pölyttäjät. Niistä olivat yleisimmät: **Bombus pascuorum** (Scop.), **B. hypnorum** (L.) ja **B. pratorum** (L.) ja harvinaisia olivat **B. lucorum** (L.) ja **B. lapidarius** (L.). Kukissa kävi myös **Andrena** spp., **Apis mellifica** L., **Callophorus rubi** L. ja Syrphidae-lajeja. Lajisto oli suurin piirtein sama kuin Puumalassa ja Kuusamossa, mutta runsaussuhteet olivat erilaiset (vrt. NOUSIAINEN et al. 1978).

Kukkien korkea tuhoutumisprosentti, noin 40, normaaleinkin vuosina aiheutui todennäköisesti mm. pölyttävien hyönteisten vähäisyydestä ja niiden alhaisesta lentoaktiviteetista varjoisilla ja viilleillä paikoilla (TEÄR 1976). Tällainen paikka oli Lapualla tutkimuspaikka F, jonka kuusivaltaisessa metsässä valaistus oli noin 60 % taimikkotutkimuspaikkojen A ja E valaistuksesta. Marjomisprosentti oli v. 1974 tutkimuspaikalla F $35,2 \pm 3,8$ kun se oli viimeksi mainituilla paikoilla $54,1 \pm 5,5$ ja $52,5 \pm 3,2$ ($P > 0,01$). Värjöstus alentaa muullakin tavoin puolukkasatoa (LEHMUSHOVI 1973, 1975).

Vuonna 1974 tuhoeläimet vioittivat tutkimusalueiden kukista $4,8 \pm 0,9$ % ja seuraavana vuonna $2,8 \pm 1,8$ %. Yleisimpiä vioittajia olivat **Argyotaenia pulchella** Hw. ja **Pandemis cerasona** Hb.-kääriäisperhosten toukat. Kasvitaudeista **Exobasidium** spp. vioitti v. 1973 $0,4 \pm 0,15$ % kukista. Haittaeliöiden merkitys kukkien tuhoajana oli hyvin vähäinen.

Raakile- ja marja-asteen tuhot

Raakileasteella noin 0,5°C:eessa alkoivat ensimmäiset raakileet vioittua. TEÄRin (1972) mukaan puolet raakileista tuhoutuu lämpötilan ollessa -3,1 - -3,5°C. Lapualla hallan aiheuttamat raakilemenetykset jäivät hyvin vähäisiksi. Ankarin halla oli -4°C.

Kuivuus raakilekautena aiheutti raakileiden varisemista, marjoissa alhaista vesipitoisuutta ja etenkin pienikokoisia marjoja (taulukko 2). Vähäsateisimpana kesänä 1975 marjojen variseminen oli merkitsevästi suurempi kuin muina vuosina. Marjojen vesipitoisuudessa ja pienikokoisuudessa erot olivat joka vuosi merkitseviä ja sademäärään sekä maaperän kosteuteen selvästi korrelaatiossa.

Taulukko 2. Raakileiden varisemisen, marjan vesipitoisuuden ja marjan tuorepainon riippuvuus heinä-elokuun sademäärästä kolmen tutkimuspaikan (A, D ja E) 29:llä tutkimusruudulla.

Vuosi	Sademäärä mm	Raakileiden variseminen, %	Marjojen vesipi- toisuus, %	Marjan tuorepaino g
1975	65	60,5	82,5	0,08
1973	134	28,8	84,6	0,13
1974	207	24,6	86,3	0,16

Edellä mainitut kääriäisperhosten toukat tuhosivat 0,9 % raakileista v. 1974, ja *Exobacidium* spp. vioitti samana vuonna 0,7 % raakileista. Kypsissä marjoissa vioitukset olivat suuremmat. Tuhoeläimet vioittivat 3,6 % vuoden 1974, 0,7 % vuoden 1975 ja 1,1 % vuoden 1976 marjoista. Kasvitautilien (*Monilinia urnula* (Weinm.) WHEITZEL) vioittamien marjojen osuudet olivat 9,4, 12,5 ja 3,4 % vastaavasti.

Maaperän happamuuden, joka vaihteli pH 3,7:stä 4,2:een, ei todettu vaikuttavan tutkimuspaikkojen eikä vuosien väliseen puolukkasadon suuruuteen.

Sadon ennustaminen

Tietyn paikan puolukkasatoa on vaikea ennustaa useiksi vuosiksi eteenpäin. Käytännön tarpeisiin riittääkin usein, jos kyseisen kasvukauden sato voidaan ennustaa riittävän tarkasti. Tässä tutkimuksessa selvitettiin puolukkasadon ennustamista nuppu-, kukka- ja raakilevaiheen alussa (kuva 5). Jotta 75 % tapauksista saataisiin mukaan, on vyöhykkeen leveys nuppuvaiheessa 180, kukkavaiheessa 110 ja raakilevaiheessa 60 g/m². Jos pyritään tarkkuuteen 25 g/m², niin nuppuvaiheen alussa vain 19 %, kukkavaiheen alussa 39 % ja raakilevaiheen alussa 60 % tapauksista voidaan ennustaa.

Suurimpia yllätyksiä aiheuttivat säätekijät, etenkin halla ja kuivuus. Sadon ennustamista voidaan tulevaisuudessa todennäköisesti tarkentaa. Tällöin tulee kiinnittää huomiota mm. pölyttävien hyönteisten määrään, pölytyksen onnistumiseen, sateen ajoittumiseen ja sademäärään kriittisinä ajanjaksoina.

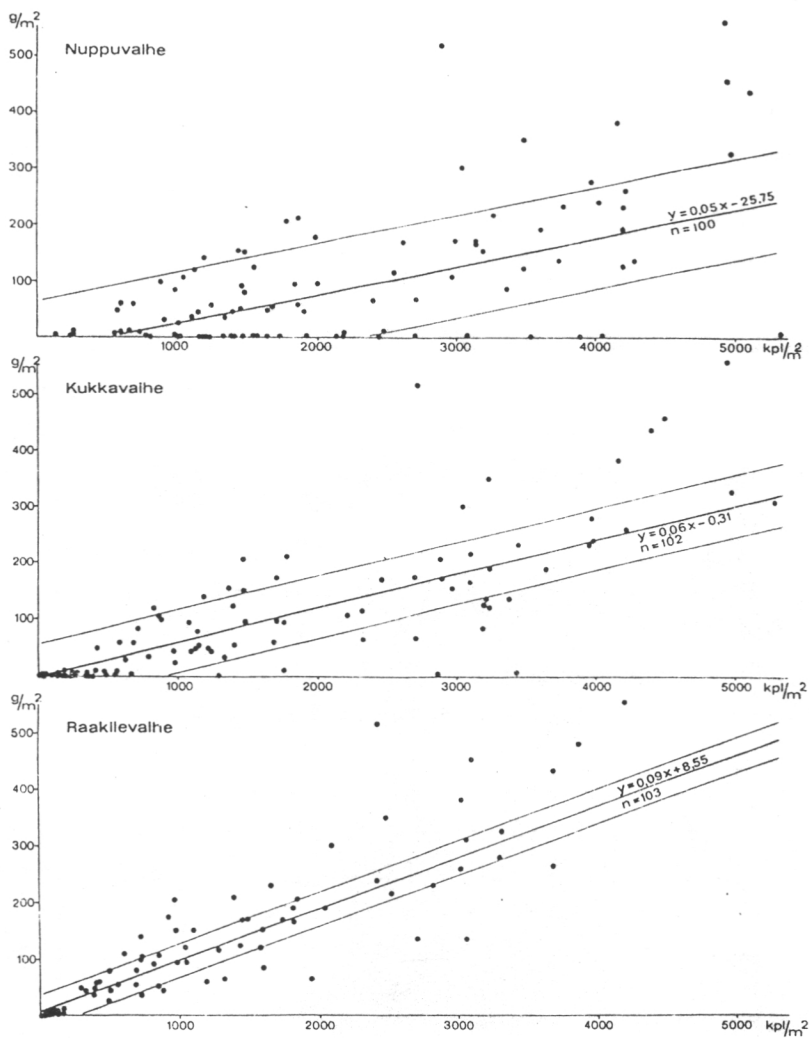
Tämän tutkimuksen perusteella nuppuvaihe on Lapualla liian varhainen ajankohta luotettavan satoennusteen laatimiseen ja kukkavaiheessakin ennustustodennäköisyys on huono. Samankaltaisilta näyttävät Pellervo-Seuran markkinatutkimuslaitoksenkin ennusteet (ANTTILA ja KUJALA 1977, KUJALA et al. 1981).

Tiivistelmä

Puolukan nupputiheys vaihteli kasvupaikkojen välillä ja monilla paikoilla ero oli merkitsevä myös vuosien välillä. Talvikautena kukka-aiheiden tuhoutumisessa oli merkitseviä eroja kasvupaikkojen välillä.

Nupuista kehittyi kukiksi tavallisesti noin 88 %, raakileiksi 55 % ja marjoiksi 41 %. Vuonna 1975 vastaavat prosenttiluvut olivat vain 30, 1 ja 0,5 etenkin hallan ja kuivuuden takia.

Syynä tuhoihin olivat pakkaset vähälumisena talvikautena, hallat, liika kosteus kukinta-aikana, kuivuus, pölyttäjien niukkuus, kasvitaudit ja tuhoeläimet.



Kuva 5. Kunkin kehitysvaiheen alkutilanteen perusteella laaditut satoennusteet ja 75 % havainnoista sisäänsulkevat vyöhykkeet. Aineisto vuosilta 1973 - 1975.

Kun sadon ennustamisessa pyrittiin tarkkuuteen $25 g/m^2$, niin se onnistui nuppuasteen alussa 19 %:ssa, kukkavaiheen alussa 39 %:ssa ja raakilevaiheen alussa 60 %:ssa tapauksista.

KIRJALLISUUS

- ANTTILA, H. & KUJALA, M. 1977. Marjojen ja sienien satoennusteista ja markkinoille tulomääristä Kainuun, Pohjois-Karjalan ja Itä-Savon alueella vv. 1974 - 1976. Pellervo-Seuran markkinatutkimuslaitos. 76 s.
- BANDZAITIENE, Z. & BUTKUS, V. 1975. Biological and biochemical characteristics of cowberry (3. Phenology, sprout growth dynamics, florescence and crop yielding biology). Lietuvos TSR Mokslu akademijos darbai, C. ser. 1(69):31-41.
- ERIKSSON, L., KARDELL, L. & INGELÖG, T. 1979. Blåbär, lingon, hallon. Förekomst och bärproduktion i Sverige 1974 - 1977. Sveriges Lantbruksuniversitet, Avdelningen för Landskapsvård, rapport 16:1-12.
- HAVAS, P. 1966. Pflanzenökologische Untersuchungen im Winter. I Zur Bedeutung der Schneedecke für das Überwintern von Heidel- und Preisselbeere. Aquilo, ser. Botanica 4:1-36.
- KOLUPAEVA, K.G. 1972. The effect of weather conditions during the growing period on the fruiting of *Vaccinium vitis-idaea*. Rastitelnye Resursy 8:119-122.
- KUJALA, M., POHJALAINEN, L., KOSKELA, M.-L. & ALKULA, A. 1981. Marjojen ja sienien satoennusteista ja kauppaantulomääristä vuosina 1977 - 1981. Pellervo-Seuran markkinatutkimuslaitos. 28 s.
- LEHMUSHOVI, A. 1975. Puolukan pölytyskokeista ja marjonnasta. Puutarhantutkimuslaitoksen tiedote 1:24-30.
- " 1977a. Some aspects of the cowberry trials in Finland. Ann. Agric. Fenniae 16:57-63.
- " 1977b. Puolukan marjontaan vaikuttavista tekijöistä. Puutarha 80:122-123.
- " & HIIRSALMI, H. 1973. Cultivation experiments with the cowberry significance of substrate, liming, fertilization and shade. Ann. Agric. Fenniae 12:95-101.
- NOUSIAINEN, H., TERÄS, I. & VIRAMO, J. 1978. Mustikka ja puolukka - hyönteispölytteiset metsämarjamme. Suomen Luonto 37:91-94.
- TERÄS, I. 1976. Flower visits of bumblebees, *Bombus* Latr. (Hymenoptera, Apidae), during one summer. Ann. Agric. Fennici 13:200-232.
- TEÄR, J. 1972. Vegetativ och fruktifikativ utveckling hos vildväxande och odlade lingon. 109 s. Tumba 1972.
- VIRAMO, J. 1979. Mustikkaa ja puolukkaa koskevistä pölytysbiologisista tutkimuksista Kuusamossa. Acta Univ. Ouluensis A 68 Biol. 4:195-207.

PUOLUKKASADON KAPPALEMÄÄRÄ, PAINO, TILAVUUS SEKÄ NIIDEN
VÄLISET SUHTEET KASVUKAUDEN AIKANA

Mikko Raatikainen ja Terttu Raatikainen
Jyväskylän yliopisto
Biologian laitos
40100 JYVÄSKYLÄ 10

Johdanto

Puolukan marjojen kappalemäärän, painon ja tilavuuden väliset suhteet otettiin tutkittavaksi puolukkakasvustossa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kertoimet, joilla esim. eri aikoina poimitun puolukan litra- ja kappalemäärät voitiin muuttaa painomääräksi. Samalla pyrittiin saamaan selville ajanjakso, jolloin puolukkasadon inventointi oli sopivin suorittaa. Maassamme aikaisemmin tehdyissä puolukkasadon inventoinneissa tällaisiin seikkoihin ei ole kiinnitetty paljon huomiota, vaan eri aikoina poimitut litra- ja kappalesadot on muutettu yhtä kerrointa käyttäen kiloiksi (RAATIKAINEN 1978, RUUHIJÄRVI ym. 1978).

Tutkimusalue ja -menetelmät

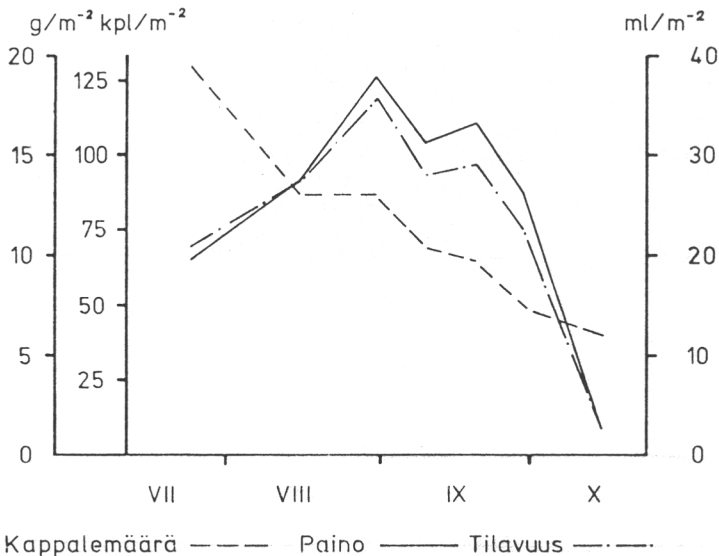
Tutkimusalueeksi valittiin Pieksämäen maalaiskunnan Vehmaskylässä sijaitseva siemenpuuasennossa oleva uudistusmetsikkö. Alueelta etsittiin marjasadoltaan hyvin tasainen alue, jolle sijoitettiin kahteen yhtä suureen lohkoon jaettuna yhteensä 14 kappaletta 2 x 10 m:n ruutuja. Kummastakin lohkosta arvottiin ruudut poimittavaksi keskimäärin 14 vuorokauden välein heinäkuun 23. päivän ja lokakuun 15. päivän välisenä kautena 1978. Tärkeimpänä poimintakautena poimintaväli oli 10 vuorokautta ja muina aikoina 15 - 22 vuorokautta.

Marjat poimittiin joka poimintakerta poutapäivänä kahdelta 20 m²:n alalta. Puolukat puhdistettiin, tilavuus, paino ja kappalemäärä määritettiin poimintapäivänä. Kokeen perustamiseen, poimintaan ja sadon määrityksiin osallistuivat peruskoulun opettaja Touko Aarnio ja tekijät.

Tulokset

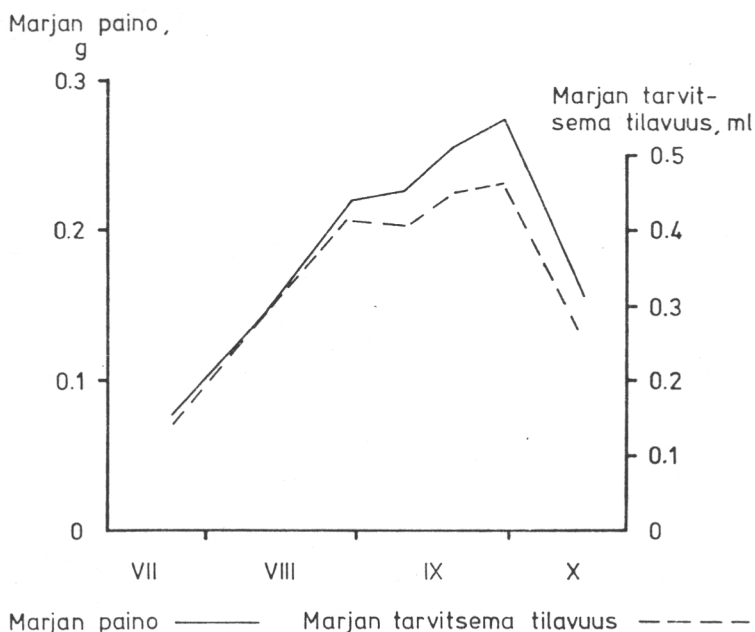
Puolukan poimintakautta kesti alueella elokuun loppupäivistä lokakuun alkupäiviin. Näytealoilta tehdyt havainnot ja poimitun puolukkamäärän mittaustulokset (kuva 1) osoittavat puolukoiden varisseen varsinkin raakilekautena, mutta myös kypsien ja ylikypsien marjojen kautena. Raakilekautena variseminen aiheutui osaksi kuivuudesta. Tuhoeläimet ja kasvitaudit aiheuttivat kappalemäärän pienentymistä marjomisvaiheen kaikkina kausina, vaikkakin tuhot jäivät ilmeisesti enintään muutamaman prosenttiin suuruisiksi kunakin kautena.

Marjasadon tilavuus ja paino kohosivat nopeasti raakile- ja vielä kypsien marjojen kautenakin varisemisesta ja tuhoista huolimatta. Viimeksi mainitun kauden loppupuolella eläinten syönti ja marjojen variseminen sekä ylikypsien marjojen kautena varsinkin variseminen, marjojen rikkoutuminen ja nesteiden haihtuminen alensivat tilavuutta ja painoa.



Kuva 1. Puolukkasadon kappalemäärän, painon ja tilavuuden muutokset heinä-elokuussa.

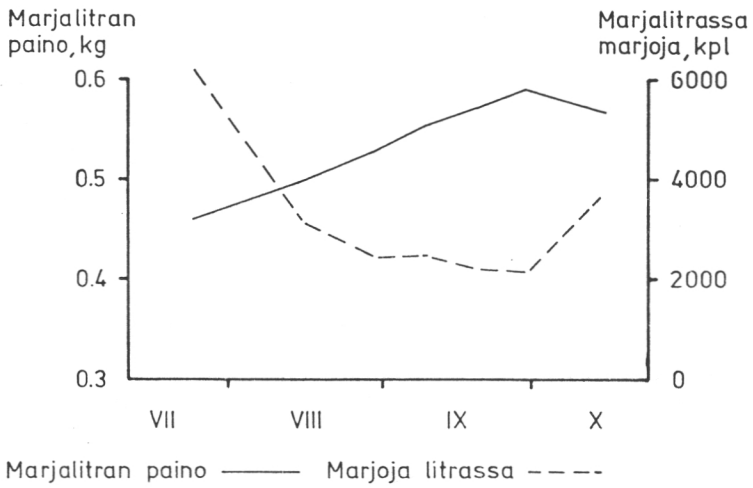
Yksittäisen puolukan paino ja marjan vaatima tilavuus kohosivat nopeasti raakilekautena. Kypsien marjojen kautena kasvunopeus hidastui ja ylikypsien marjojen kautena molemmat kääntyivät laskuun marjojen rikkouduttua, haihtumisen suurennuttua sekä marjojen painuttua marjojen välisiin koloihin (kuva 2).



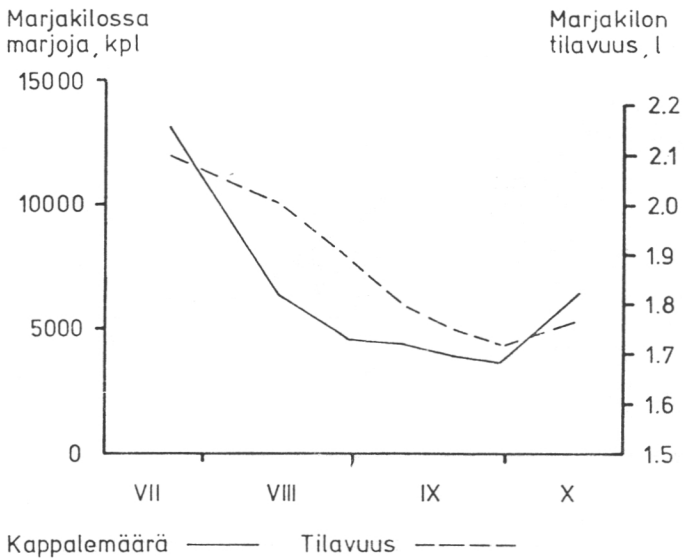
Kuva 2. Puolukkasadon marjan painon ja marjan tarvitseman tilavuuden muutokset heinä-lokakuussa.

Marjojen koon kasvusta seurasi litraan mahtuvien marjojen kappalemäärän vähentyminen ylikypsymisvaiheeseen saakka, jolloin rikkoutuneita marjoja mahtui taas litraan enemmän kuin kypsiä marjoja (kuva 3). Marjalitran paino kohosi tasaisesti ylikypsymisvaiheeseen saakka, jolloin litrapaino aleni rikkoutuneiden ja osittain kuivuneiden marjojen takia (kuva 3).

Marjakiloon mahtuvien puolukoiden kappalemäärä aleni nopeasti raakilekautena ja hitaasti kypsien marjojen kautena. Ylikypsien marjojen kautena rikkoutuneita marjoja mahtui taas kiloon enemmän kuin kypsiä marjoja (kuva 4). Muutos puolukkakilon vaatimassa tilavuudessa oli samankaltainen kuin marjakiloon mahtuvien marjojen määrässä tapahtunut muutos (kuva 4).



Kuva 3. Puolukkalitran painon ja marjamäärän muutokset heinä-lokakuussa.



Kuva 4. Puolukkakilogrammaan mahtuvien puolukoiden kappalemäärän ja puolukkakilogramman tilavuuden muutokset heinä-lokakuussa.

Pohdiskelua

Marjasadon inventointi kestää yleensä pitkähkön aikaa. Siksi tutkimus tulisi suorittaa kautena, jolloin mitattava ominaisuus muuttuu mahdollisimman vähän. Vuosien välillä on selviä, etenkin kosteudesta ja lämpötilasta riippuvia eroja muuttumisnopeudessa ja kausien pituudessa. Tämän tutkimuksen mukaan muuttumisnopeus on pienin kypsien marjojen kauden alkupuolella. Silloin mm. sadon paino ja tilavuus ovat suurimmat. Jos tutkimuskausi pitenee, tulee mitatut ominaisuudet muuttua kertoimilla toisiksi. Kunakin vuonna ja erilaisilla paikoilla kerroimet tulee selvittää erikseen, mikäli pyritään suureen tarkkuuteen.

Torikaupassa marjamittana käytetään yleensä litraa. Tähän käytännössä käyttökelpoiseen yksikköön mahtui tämän tutkimuksen mukaan sadonkorjuun alkuaikoina 0,53 kg ja loppupuolella 0,59 kg puolukoita. Lisäksi marjat pehmenivät sadonkorjuun loppupuolella nopeasti, jolloin ne painuivat kuljetettaessa ja liikutettaessa tiiviisti toisiaan vasten. Täten marjalitran painon muutos muodostui vielä suuremmaksi kuin tässä on todettu. Nämä muutokset tulisi ottaa huomioon hintaa määrättäessä. Myytäessä ja ostettaessa puolukoita, litraa parempi mittayksikkö on kilogramma.

KIRJALLISUUS

RAATIKAINEN, M. 1978. Puolukan sato, poiminta ja markkinointi Pihtiputaan kunnassa. *Silva Fennica* 12:126-139.

RUUHIJÄRVI, R., KERKELÄ, T. & LEIVO, A. 1978. Ounasjokitutkimuksia. IV Tepaston ja Meltauksen allasalueiden marjasadoista. 25 s. Helsinki.

MARJA- JA SIENISATOJEN SEURANTA VMI-TUTKIMUKSEN OSANA
POHJOIS-KARJALASSA

Kauko Salo
Joensuun tutkimusasema
PL 68
80101 JOENSUU 10

Johdanto

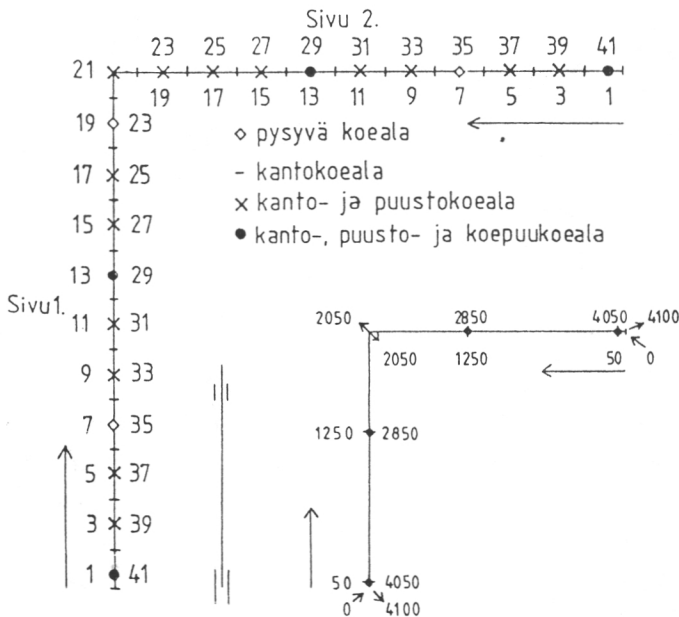
Oheisessa selvityksessä esitetään, miten marja- ja sienitutkimukset liittyvät Pohjois-Karjalassa vuonna 1980 tehtyyn valtakunnan metsien inventointiin. Kyseiseltä alueelta on selvitetty alustavien tulosten perusteella metsänhoitotoimenpiteiden vaikutuksia marja- ja sienisatoihin (SALO 1982). Lisäksi esitetään vuosina 1981 ja 1982 pysyviltä koealoilta alustavia marja- ja sienisatoja. Tarkemmat marja- ja sienisadot sekä sienilajisto eri metsä- ja suotyypeillä esitetään aineiston perusteellisemmän käsittelyn jälkeen.

Vuosisatamme alussa metsävarat olivat maassamme suuret väestön määrään nähden ja ihmisen asuttamista taajamista katsoen metsät yleensä sijaitsivat kaukana tiettömissä erämaissa. Metsävarojemme määristä oli vain karkeita arvioita. Käytännön koeal mittauksilla inventointimenetelmät kehittyivät niin nopeasti, että vuosina 1921 - 1924 voitiin tehdä ensimmäinen tilastolliseen näytteeseen perustuva valtakunnan laajuisen alueen kaikkien metsien inventointi.

Ensimmäiset kolme inventointia perustuivat linja- ja koeal arviointeihin. Suomen yli kulki tasavälein lounaasta koilliseen arvioimislinjoja, joiden etäisyys toisistaan oli 26 km (ILVESSALO 1927). 1950-luvun alussa suoritettussa kolmannessa inventoinnissa linjoilta mitattiin kilometrin välein ympyrän muotoisilta 10 aarin koealoilta mm. puuston, maan ja kasvillisuuden tunnuksia. Arvioimislinjojen etäisyys oli maastossa nyt 13 km.

Vuonna 1964 viidennen inventoinnin alkaessa inventointilinjoista siirryttiin inventoitavan alueen systemaattisesti peittävään lohkoverkostoon, johon antoi perustan tieverkon tihentyminen ja liikenteen nopea autoistuminen. Nykyään metsiämme arvioidaan vuosittain ja työ etenee maakunnittain alkaen Lounais-Suomesta ja päättyen Lappiin. Kuudes inventointi suoritettiin vuosina 1971 - 1976. Inventoinnin pääjulkaisussa (KUUSELA 1978) metsävarojamme on tarkasteltu koko maan, Etelä- ja Pohjois-Suomen ja erikseen seitsemän piirimetsälautakunnan alueella. Tulokset esitetään myös metsiemme metsänomistajaryhmittäin. Kuudennessa inventoinnista on lisäksi ilmestynyt parikymmentä muuta valtakunnan metsien inventointiin perustuvaa tutkimusta (mm. POSO 1972, SALMINEN 1981). VII inventointi on päättymässä vuonna 1983. Pohjois-Karjalassa VII inventointi suoritettiin vuonna 1980.

Etelä-Suomessa ja Oulun läänissä inventointi tapahtuu lohkoilta (kuva 1). Lohkoilla on 100 metrin välein maastossa 41 koealaa, joilla kaikki maata ja metsikköä koskevat havainnot ja mittaukset tehdään. Arviointiyksikön, lohkon, keskellä kulkee linjayksikkö, mikä on neliön puolikas. Linjan pituus on lohkoilla 4 100 m.



Kuva 1. Lohkon kaaviokuva.

Lohkojen vastinpisteiden välinen etäisyys maastossa on 8 km. Ne muodostavat koko maata kattavan, yhtenäiskoordinaatiston mukaisen ruudukon. Lapissa inventointi tehdään käyttämällä ilmakuvatulkintaa ja maastomittauksiin perustuvaa näytettä. Tulostus tapahtuu nykyään siten, että atk-tiedosto siirretään karttapohjille (SALMINEN 1981).

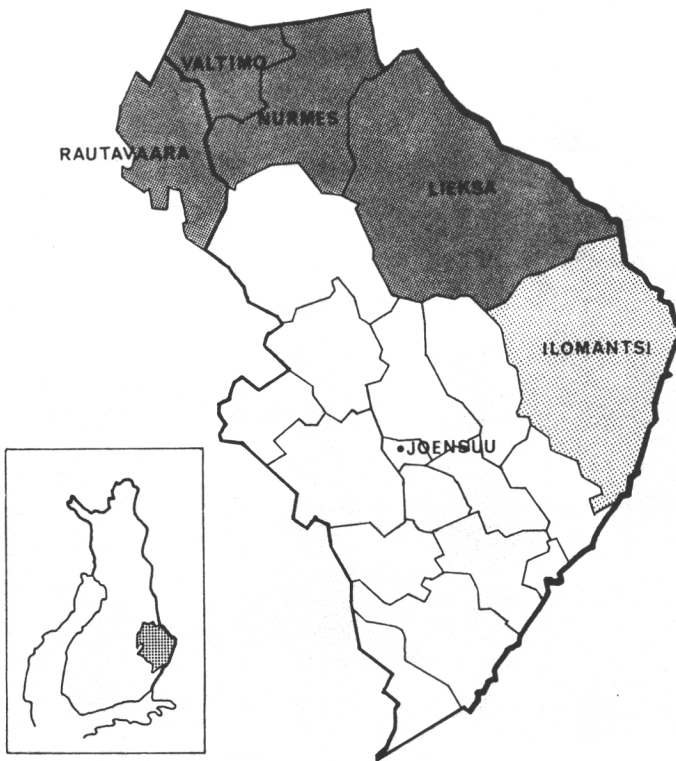
Tutkimusalue

Osana valtakunnan VII inventointia kesällä 1980 perustettiin Nurmese-suunnitelman alueelle pysyvien koealojen verkko, jolloin jokaiselle inventoitavalle lohkolle perustettiin systemaattisena näytteenä kolme pysyvää koealaa (kuva 1). Tällä alueella on tihennetty koealaverkosto, jossa inventointilohkojen vastinpisteiden etäisyys on 4 km. Pysyviä koealoja on maastoon merkitty 588 kpl.

Nurmese-suunnitelman keskeisenä tavoitteena on saada tietoja tehostetun metsätalouden kannattavuudesta pitkällä aikavälillä. Metsähallitus on vahvistanut noudatettavaksi metsätalouden tehostamissuunnitelman vuoteen 1986 asti. Tutkimusalueella valtion maat (yhteensä 294 000 ha) jakautuvat käytön suhteen kahteen erilliseen alueeseen. Toisella alueella (Rautavaaran ja Nurmeksen hoitoalueet) metsiä on hakattu, uudistettu, viljelty ja lannoitettu yli 10 vuotta. Myös soita on voimaperäisesti ojitettu ja lannoitettu. Toisella itärajaan rajoittuvalla alueella (Lieksan hoitoalue) on jäljellä koskematonta erämaametsää. Koealoilta on siten tutkittavissa erilaisessa kehitystilassa olevia metsiä ja soita.

Joensuun tutkimusasemalta käsin käynnistyi toukokuussa 1981 Rautavaaran, Valtimon, Nurmeksen ja Lieksan kunnissa (kuva 2) metsä- ja suoekosysteemin seurantajärjestelmätutkimus, jonka tarkoituksena on saada tietoja metsä- ja suoekosysteemin tilasta, voimaperäisen puuntuotannon aiheuttamista muutoksista kasvillisuuteen, marja- ja sienisatoihin. Vuosina 1981 ja 1982 tutkittiin yhteensä 215 pysyvää koealaa. Lisäksi kyseiseltä alueelta seurattiin kymmeniltä eri maastokohteilta marja- ja sienisatojen kehittymistä. Koealoilta tehtiin marja- ja sienisatotutkimukset

kolme kertaa (kesä-lokakuussa) kasvukauden aikana. Vuonna 1983 tutkitaan noin 150 uutta pysyvää koealaa. Sienisatotutkimuksen yhteydessä koealoilta määritettiin lisäksi kääpälaajit ja niiden runsaus eri puulajeilla sekä tehtiin kasvipeiteanalyysit. Taulukossa 1 esitetään vuosina 1981 ja 1982 pysyviltä koealoilta tutkittujen metsätyyppien ja soiden pääryhmien jakautum.



Kuva 2. Pysyvien koealojen sijainti Pohjois-Karjalan kunnissa.

Keväällä 1982 käynnistyi metsämarja- ja sieniprojektitutkimus Iloanta kunnassa (kuva 2), jonne perustettiin kolmelle alueelle (Ahvensalo, Mekrijärvi ja Patriikka) yhteensä 60 pysyvää aarin kokoista koealaa, joilta seurattiin kerran viikossa marja- ja sienisatojen kehittymistä, mitattiin maaperän hajoitusaktiiviteettia ja lämpötilaa sekä havainnoitiin päivittäin säätiedot. Koealat sijaitsivat eri kehitystilassa olevissa puolukka- ja mustikkatyyppin metsissä. Tutkimusta laajennetaan vuosien 1983 ja 1984 aikana Pohjois-Karjalan eteläisiin kuntiin.

Taulukko 1. Tutkittujen metsätyyppien ja soiden pääryhmien jakautuma pysyvillä koealoilla vuosina 1981 ja 1982.

	OMT	MT	VT	CT	Korvet	Rämeet	Nevat		
1981	3	16	11	13	14	21	1	=	79
1982	1	26	35	13	10	49	2	=	136
Yhteensä	4	42	46	26	24	70	3	=	215 ===

Metsäinventoinnin kasvillisuustutkimukset

Valtakunnan metsien inventointijärjestelmä kiinnosti jo aivan ensimmäisestä suoritetusta inventoinnista lähtien myös biologeja suurten metsä- ja suoalueiden luontoa koskevien tietojen keruussa.

Inventoinnin koealaverkostoa on hyväksikäytetty tähän mennessä vain kahdessa tutkimuksessa, joissa pääteema on ollut muu kuin metsävarojen inventointi tai metsävaroihin liittyvä sovellutusalue. Metsien toisen inventoinnin (1936 - 1938) yhteydessä merkittiin arviointikoealoilta muistiin kasvilajeja, joilla oletettiin olevan erikoista arvoa metsätyypin määrittämisessä. Ryhmänjohtajat tekivät ahkerasti muistiinpanoja kasveista, mutta eräiden kasvilajien alueellisia esiintymäkartoja ei koskaan julkaistu. Vasta vuonna 1951 kolmannen inventoinnin alkaessa jokaiseen arvioimisryhmään palkattiin biologi, joka teki kasvi-peiteanalyysit koealoilta ja keräsi myös kasvinäytteitä. Myös eläinlajien esiintymistä pyrittiin kartoittamaan arviointilinjoilla. Eläimiä koskevat havainnot jäivät vähäisiksi, mutta silloisen tietojenkäsittelyn vaikeudesta ja kalleudesta huolimatta floristisesta osasta syntyi selvitys metsä- ja suokasvilajien levinneisyyttä ja yleisyyssuhteista (KUJALA 1964). Tutkimuksessa esitetään karttakuvin 189 kasvilajin alueellista jakautumista ja yleisyyttä metsissä ja soilla. Kasvilajien esiintymistä arvioimislinjojen koealoilla ei ole toistettu myöhemmissä metsäinventoinneissa, joten esim. tietoja metsänparannustoimenpiteiden vaikutuksista kasvilajeihin ei tunneta tässä tiedostossa.

Toisaalta inventointiverkoston avulla on arvioitu poronhoitoalueen talvilaitumet (MATTILA ja HELLE 1978, MATTILA 1981). Tutkimuksessa kankaat (talvella porot hankkivat ravintonsa pääasiassa kankailta) jaettiin seitsemään laidunluokkaan, joiden pinta-alat arvioitiin inventoinnin näytteestä. Talviravintokasvien todellisen esiintymisen selvittämiseksi tehtiin lisämittauksia osalla inventoinnin koealoista. Jäkälän ja metsälauhan peittävyysprosentit arvioitiin osanäytteen koealoilla kymmeneltä 0,5 m x 0,5 m ruuduilta, jotka sijoitettiin maahan viiden metrin välein (MATTILA 1981). Talvilaiduninventointi osoitti, että valtakunnan metsien inventointisysteemiin voidaan liittää erillisselvityksiä, joita kustannussyistä ei voida muuten toteuttaa.

Marja- ja sienisatotutkimuksissa käytetyistä koealoista

Marjasatotutkimuksissa koealan tulisi olla metsä- tai suotyyppin homogeenisessä kasvillisuudessa. Marjasatojen mittauksissa on käytetty monenkokoisia koealoja. Hillasatoja on kerätty koealoilta, joiden pinta-ala vaihteli 1 - 20 000 m²:n välillä (MÄKINEN 1972). KORTESHARJUN (1982) tutkimuksessa käytettiin 9, 50 ja 100 m²:n koeruutuja samalla yhtenäisellä suoalueella. Tutkimuksen perusteella homogeenisellä suoalueella neljän 50 m² ruudun otanta riitti luotettavan ennusteen tekemiseen kukkahavaintojen perusteella. Sadon kypsymisen aikoihin on vaikea tehdä hillan satotutkimuksia, koska kypsät marjat usein ehtivät ennen poimijan sankoon kuin tutkijan vaakaan. RUUHIJÄRVI (1974) käytti karpalotutkimuksessa kymmentä 1 m²:n satunnaiskoealaa aarilta. Puolukan satotutkimuksessa RAATIKAINEN (1978) käytti 1 000 m pitkiä ja metrin levyisiä peruskaistoja. Kaistat pilkottiin kasvustotyypeittäin eri pituisiksi koealoiksi, joista edelleen määritettiin koko Pihtiputaan kunnan puolukkasato. SEPPOSEN ja VIITALAN (1982) mukaan aarin kokoisen ruudun marjasadon luotettavaan mittaamiseen tarvitaan HMT-metsässä 10 - 15 neliömetrin ruutua.

Metsäntutkimuslaitoksessa tehtiin ensimmäiset sienisatotutkimukset soille 1970-luvun alussa. Silloin selvitettiin metsänparannustoimenpiteiden vaikutuksia sienisatoihin suokuvioilla.

Tällöin koealojen koon määräsi usein sarkaleveys, mikä saattoi olla jopa 50 - 60 m. Sienisatojen vuotuisen vaihtelun selvittäminen edellyttää sienten keräilyä kasvukauden aikana useita kertoja. Erityistä huomiota on lisäksi kiinnitettävä satojen vähittäiseen kypsyymiseen, mikä sekin aiheuttaa useiden mittauskertojen vaatimuksen. Siten suurten koealojen (aari tai suurempi) satomittaukset muodostuvat käytännössä työläiksi hyvinä sienivuosina, kuten vuonna 1981. Taulukossa 2 esitetään muutamia sienisatotutkimuksissa käytettyjä koealojen kokoja ja muotoja.

Taulukko 2. Eräitä sienitutkimuksissa käytettyjä koealojen kokoja ja muotoja.

Koealan koko, m ²	Koealan muoto	Lähde
4 - 25	neliö	VEIJALAINEN, H. 1974
200	suorakaide	OHENOJA, E. ja TAKKUNEN, N. 1974
120	suorakaide	SEEMEN, H. 1977
100 - 600	neliö, suorakaide	SALO, K. 1979
100	suorakaide	OHENOJA, E. 1980, SJOBLOM, M. ym. 1979
78,5	ympyrä	KARDELL, L. ym. 1980
100	neliö	KALAMEES, K. ja KOLLOM, A. 1981

Useimmissa viimeaikaisissa sienisatotutkimuksissa koealat ovat olleet pysyviä koealoja, joilta on useamman vuoden aikana seurattu sienisadon määrän kehittymistä. Suomen sienisatoa selvittävässä tutkimuksessa RAUTAVAARA (1947) käytti linja-arviointimenetelmää, jossa koealan suuruus oli riippuvainen kuvion koosta (linjan pituus 50 - 200 m ja leveys 2 - 5 m). Sienet jaettiin neljään luokkaan lakin läpimitan mukaan. Luokan keskipainon ja sienten lukumäärän mukaan määritettiin sato.

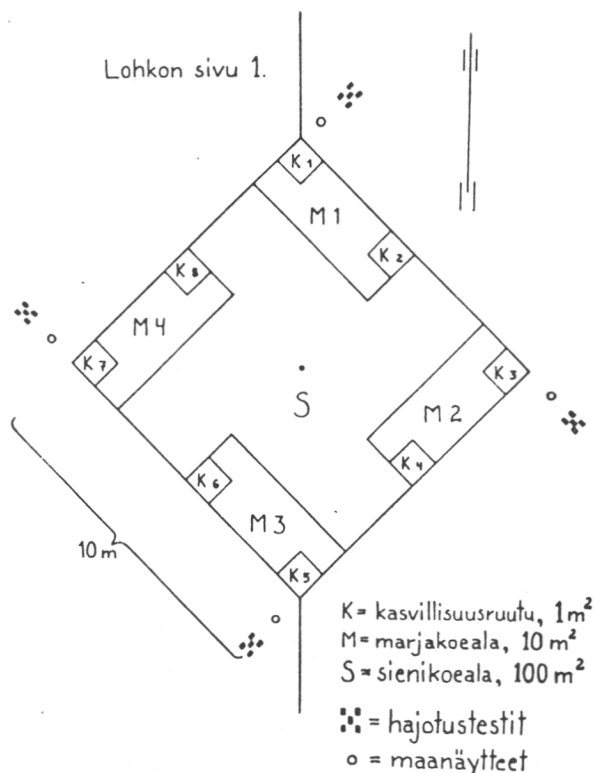
Taulukossa 1 esitettyjen tutkijoitten kokemusten perusteella sienikoealan optimikooksi on muodostunut 100 m². Parissa tutkimuksessa koeala on ollut pitkä ja kapea, jolloin sienet on kerätty koealan ulkopuolelta (OHENOJA 1980). Näin on vähennetty tallaamisesta koituvia haittavaikutuksia.

Marja- ja sienisatotutkimus VMI-tutkimuksen osana

Metsä- ja suoekosysteemin seurantajärjestelmätutkimuksessa käytettiin neliön muotoista aarin koealaa, jossa sienikoealan keskipiste oli inventointilohkon pysyvän koealan keskipisteessä (kuva 3). Koealalta merkittiin maastolomakkeisiin varmoina kaikki tunnistetut sienilajit, joilla on oma numerokoodi, laskettiin eri lajien lukumäärä ja punnittiin koealalla sienten tuorepaino. Vaikeista sienisuvuista (esim. *Cortinarius*) eroteltiin suvunsisäiset eri lajit, laskettiin kappalemäärät ja punnittiin tuorepaino. Jos määrittäminen oli epävarma, sienet koodattiin lomakkeille epävarmoina.

Ilomantsissa sienikoealat olivat 10 x 10 m ja 2 x 50 m. Pitkiltä koealoilta voitiin poimia sienet koealueen ulkopuolelta niitä tallaamatta. 1 m²:n kokoiset marjakoealat (10 kpl) sijaitsivat 5 m:n päässä toisistaan koealueen molemmilla reunoilla.

Neljä 10 m²:n marjakoealaa sijoitettiin systemaattisesti sienikoealan sisäpuolelle (kuva 3). Suorakaiteen muotoisilta marjakoealoilta määritettiin marjalajit, varpujen tai suomuuraimen valtakorkeus, fertiilisyys (suomuuraimesta hede- ja emikukat), kukkien ja marjojen lukumäärä ja sato koealueen ulkopuolelta, jotta välttyttäisiin niiden tallaamiselta. Lisäksi seurattiin metsikön tiheyttä, puuston latvusvarjostusta ja marjojen tuhoja. Erityistä huomiota kiinnitettiin marjojen hallaurioihin. Lisäksi marjasatojen fertiilisyys määritettiin silmämääräisesti inventointilohkojen koealoilla tehtävien tarkkojen mittausten yhteydessä.



Kuva 3. Pysyvä koeala.

Pysyviltä koealoilta määritettiin myös jokaisen kenttä- ja pohjakerroksen kasvilajin prosentuaalinen peittävyys 1 m^2 :n ruudulta. Ruutuja on yhteensä 8 kpl, jotka sijaitsevat systemaattisesti marjakoelalojen päissä (kuva 3).

Tuloksista

Suurimmaksi vaikeudeksi marja- ja sienisatojen seurantatutkimuksessa muodostui niiden laikuttainen esiintyminen metsissä ja soilla. Täysin homogeenisessä kasvillisuudessa neljä koealaa saattaa antaa riittävän tiedon kyseisen paikan marjakasvustoista. Ongelmia esiintyi eräitten ojitettujen soitten koealoilla ja soiden reunamilla, missä puolukka, variksenmarja ja juolukka esiintyivät marjovina pienialaisilla mätäillä, joilla yksikkötiheys voi olla suuri. Tällöin peruskoealana voisi olla koko mätäs, mikä suhteutetaan tutkittavaan koealaan. Saatujen

alustavien tulosten perusteella ongelmat ovat vähäisiä suomuuraimen ja karpalon kohdalla, sillä mättäisillä rämemuut- tumilla suomuurain ei marjo eikä entisille karpalosoillekaan kannata mennä saaliin toivossa, sillä jo ensimmäisenä vuotena ojituksen jälkeen karpalo ei tuota satoa.

Saatujen kokemusten perusteella näyttää todennäköiseltä, että laikukkaasta marja- ja sienikasvustosta on tunnettava satoa tuottamattoman pinta-alan osuus koko tutkittavan koealan pinta- alasta ennenkuin keskisatoja voidaan yleistää heterogeenisessä kasvillisuudessa. Eräs ratkaisu on ns. tuottavan pinta-alan menetelmä, mikä on sovellutus HEIKURAISEN (1951) käyttämälle kasvillisuuden kuvaukselle lettorämeellä. Sitä on soveltanut myös VEIJALAINEN (1982). Menetelmää testattiin marja- ja sienisatotutkimuksissa vuonna 1982 erillisillä koealoilla Ilomantsin kunnassa.

Kaikki tärkeimmät talousmarjat ja 15.3.1982 annetussa ruoka- sieniasetuksessa olevat kauppasienilajit ovat yleisiä Pohjois- Karjalan metsissä ja soilla. Vuonna 1981 puolukan sato vaihteli 20 - 120 kg/ha välillä VT:n ja CT:n koealoilla alustavien tulosten mukaan (SALO 1982). Vuoden 1982 sato oli lähes kaikilla koealoilla huomattavasti pienempi kuin vuonna 1981. Mustikan sato vaihteli vuonna 1981 koealoilla 20 - 200 kg/ha. Viime vuoden sato oli keskimäärin jopa 3 - 4 kertaa pienempi. Vuoden 1982 kesäkuun alkupuolella sattuneet lumisateet ja muutama hallayö kukinta-aikaan tuhosi myös hillasadon Pohjois-Karja- lassa lähes täysin. Lisäksi päivittäiset alhaiset lämpötilat ja kovat tuulet estivät hyönteisten pölytystoimintaa metsissä ja soilla. Vuosina 1981 ja 1982 ainoastaan juolukka ja varik- senmarja antoivat kohtalaisen sadon ja näyttääkin siltä, että ne marjovat melko hyvin sellaisinkin vuosina, jolloin puolukka- ja mustikkasadot ovat pieniä. Juolukka ja variksenmarja ovat aivan syyttä aliarvostettuja muiden marjojen joukossa. Tärkeim- pien talousmarjojen sato oli vuonna 1981 Pohjois-Karjalassa keskinkertainen ja vuonna 1982 selvästi keskimääräistä heikompi.

Vuosi 1981 oli ennätöksellinen sienisadon ja -lajiston suhteen koko maassa. Pysyviltä sienikoealoilta vuoden 1981 lajistosta on määritetty 214 sienilajia. Vaikeista sienisuvuista (mm. **Pholiota**, **Calerina**, **Cortinarius**) on määrittämättä kymmeniä lajeja.

Yleisimmät ja satoisimmat ruokasienet olivat vuonna 1981 herkkutatti (**Boletus edulis**), männynpunikitatti (**Leccinum vulpinum**), kangastatti (**Suillus variegatus**), isohapero (**Russula paludosa**), haapa- (**Lactarius trivialis**), kangasrousku (**L. rufus**) ja kelta-valmuska (**Tricholoma flavovirens**). Syötävien sienten tuorepaino (itiöemän paino yli 10 g) oli 80 % kaikista punnituista sienistä (SALO 1982).

Solumyrkkyjä sisältävistä sienistä esiintyivät suippumyrkkyseitikki (**Cortinarius speciosissimus**) ja myrkkynäpikkä (**Galerina marginata**). Kangasmyrkkysseitikki (**Cortinarius gentilis**) oli vuonna 1981 hyvin yleinen kangasmetsien koealoilla. Tämä sieni ei ole uusimpien tutkimusten mukaan tappavan myrkyllinen (suull. prof. Meinhard Moser). Valkokärpässieni (**Amanita virosa**) ei esiintynyt vuosina 1981 ja 1982 yhdelläkään koealalla.

Satoisimmilta koealoilta (MT, VT) vuonna 1981 poimittiin sieniä tuorepainona 200 - 400 kg/ha. Luonnontilaisilla suotyypeillä (TR, IR, RR) sienisato oli keskimäärin tuorepainona 20 kg/ha tai vähemmän. Vuoden 1982 sienisato oli lähes kaikilla koealoilla selvästi pienempi kuin vuonna 1981.

KIRJALLISUUS

- HEIKURAINEN, L. 1951. Eräs suokasvillisuuden analysointimenetelmä. *Silva Fennica* 70:1-18.
- ILVESSALO, Y. 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921 - 1927 suoritettusta valtakunnan metsien arvioimisesta. *Commun. Inst. For. Fenn.* 11:1-421 (taulukkosivut 1-192).
- KALAMEES, K. & KOLLOM, A. 1981. Suurseente fenologia, arvokas ja produktioon salukuusikus. *Abiks Loodusevaatlejale* 78:1-98.
- KARDELL, L., PERSSON, O., CARLSSON, E. & ERIKSSON, L. 1980. Skogmarkens produktion av marksvampar. *Svensk Bot. Tidskrift* 74:91-102.
- KORTESHARJU, J. 1982. Kukkahavaintojen käyttökelpoisuus hillan (*Rubus chamaemorus*) satoarvioinnissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 37:8-13.
- KUJALA, V. 1964. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys- ja yleisyysuhteista Suomessa. Vuosina 1951 - 1953 suoritettun valtakunnan metsien III linja-arvioinnin tuloksia. *Commun. Inst. For. Fenn.* 59(1):1-137. Liitteessä kartasto.
- KUUSELA, K. 1978. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1971 - 1976. *Commun. Inst. For. Fenn.* 93(6):1-107.
- MATTILA, E. 1981. Survey of reindeer winter ranges as a part of the Finnish national forest inventory in 1976 - 1978. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(6):1-74.
- " & HELLE, T. 1978. Keski- ja pohjois-Suomen poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi. *Folia For.* 358:1-31.
- MÄKINEN, Y. 1972. Suomuoraimen taloudellisesta merkityksestä ja viljelymahdollisuuksista Suomessa. *Lapin tutkimusseura* XIII:10-14.
- OHENOJA, E. 1980. Sienisatotutkimus vv. 1976-78. Helsingin yliopisto, Elintarvikekemian- ja teknologian laitos. *EKT-sarja* 548:1-42.
- " & TAKKUNEN, N. 1974. Alustavia tietoja lannoituksen vaikutuksesta kangasmetsien sienisatoon. *Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 10:1-25.
- POSO, S. 1972. A method of combining photo and field samples in forest inventory. *Commun. Inst. For. Fenn.* 76(1):1-133.

- RAATIKAINEN, M. 1978. Puolukan sato, poiminta ja markkinointi Pihtiputaan kunnassa. *Silva Fenn.* 12(2):126-139.
- RAUTAVAARA, T. 1947. Suomen sienisato. 534 s. Porvoo.
- RUUHIJÄRVI, R. 1974. Soiden karpalosadoista. *Suo* 25(2):25-30.
- SALMINEN, S. 1981. Vuosien 1971-75 valtakunnallisia metsävaratietoja karttamuodossa. *Folia For.* 483:1-42.
- SALO, K. 1979. Mushrooms and mushroom yields on transitional peatlands in Central Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 16(3):181-192.
- " 1982. Metsänhoitotoimenpiteet ja marja- ja sienisadot. Pohjois-Karjalan Luonto 12:14-18.
- SEEMEN, H. 1977. Mineraalväetiste mõju seenesaagile mustikamännikus. *Metsanduslikus uurimused* 13:54-70.
- SEPPONEN, P. & VIITALA, L. 1982. Metsäntutkimuslaitoksen Kivallon kokeilualueessa tehtävän marjantutkimuksen menetelmäongelmia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 37:14-19.
- SJÖBLOM, M., WESSMAN, L., ALBRECHT, A. & RANCKEN, R. 1979. Svampproduktionen samt en jämförelse av virkes-, bär- och svampproduktionens värde i några skogar i Ekenästrakten 1976-78. *Prel. rapport.* 50 s. Helsingfors.
- VEIJALAINEN, H. 1974. Metsäojitusalueiden sienisadosta. *Suo* 25(2):31-33.
- " 1982. Metsämarja- ja sienisatojen mittauksessa käytetyistä koealoista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 37:20-25.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN KIVALON KOKEILUALUEEN MARJATUTKIMUKSET

Pentti Sepponen ja Liisa Viitala
Rovaniemen tutkimusasema
Eteläranta 55
96300 ROVANIEMI 30

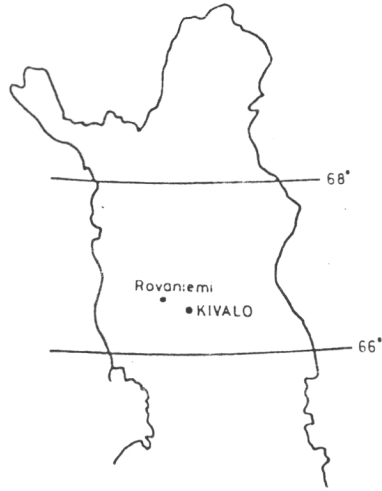
Johdanto

Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon kokeilualue sijaitsee kuvan 1 osoittamassa paikassa Rovaniemen maalaiskunnassa, Peräpohjolan metsäkasvillisuusvyöhykkeen etelärajalla. Alueella tehtävää marjatutkimusta on esitelty jonkin verran jo aikaisemmissa julkaisuissa (SEPPONEN ja VIITALA 1982a ja b), joten tässä esitellään vain sen keskeisimpiä kohteita.

Otantatutkimus

Kuten aikaisemmassa julkaisussa (SEPPONEN ja VIITALA 1982a) esitettiin, Kivalon kokeilualueelle on perustettu 30 x 40 m:n suuruisia pysyviä koealoja alueen marjasadon vuosittaisen vaihtelun selvittämiseksi. Koealoja on tässä marjasatotarkastelussa 46 ja ne jakaantuvat puustoltaan erilaisiin metsiin seuraavasti: hakkuuaukot ja taimikot 7, nuoret metsät (puulaji vaihtelee) 19 ja vanhat kuusikot 20. Koealoista kolme (yksi kuusikossa, yksi hakkuuaukossa ja yksi nuoressa männikössä) inventoitiin kesällä 1980 yhden neliömetrin ruudulla. Tällöin jokaiselta koealalta kertyi yhteensä 1.200 ruutua. Marjat punnittiin ja laskettiin jokaiselta neliömetrin ruudulta. Tässä yhteydessä käsitellään vain mustikkaa ja variksenmarjaa, muiden lajien (puolukka ja juolukka) merkitys tällä alueella on selvästi vähäisempi.

Mainitut kolme koealaa valittiin siten, että ne edustaisivat (tosin vain silmämääräisesti tarkastellen) marjojen erilaista tilajärjestystä maapinnalla. Kuitenkin on ilmennyt (SEPPONEN ja VIITALA 1982a), että kaikilla koealoilla marjat olivat epätasaisesti tutkittavalle maapinta-alalle jakaantuneet. Tilajärjestys vaikutti melko ryhmittäiseltä.

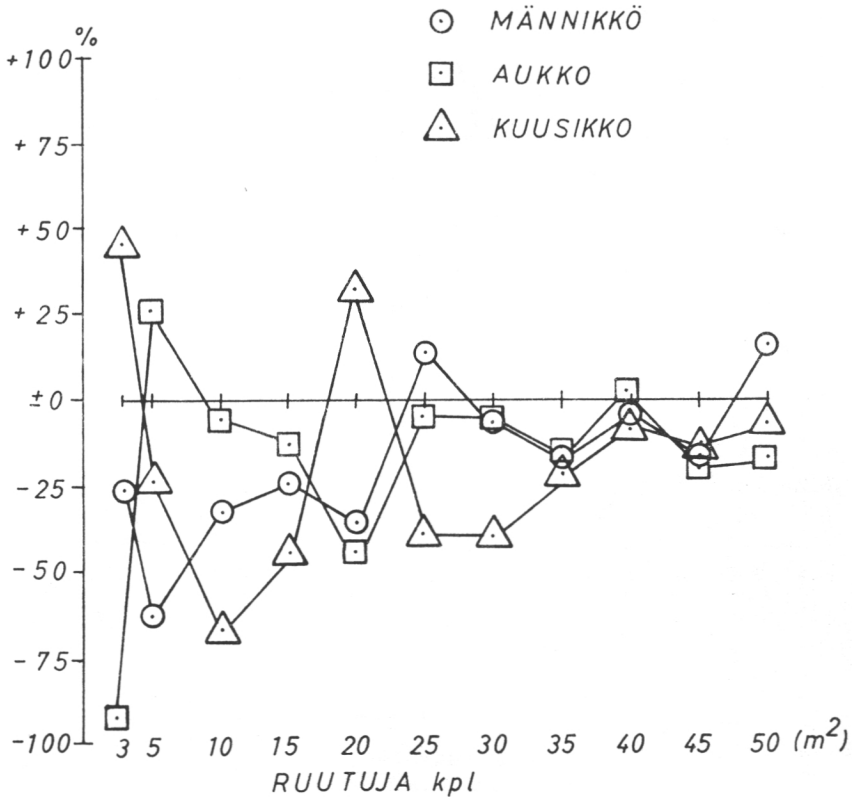


Kuva 1. Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon kokeilualueen sijainti.

Aluksi poimittiin kultakin koealalta satunnaistettuja neliömetrin ruutuja kasvattaen otosta ja laskien kustakin otoksesta mustikan marjasadon keskiarvo. Kustakin otoksen keskiarvosta vähennettiin koealan kaikkien ruutujen keskiarvo. Nämä erotukset erikokoisilla satunnaisotoksilla esitetään kuvassa 2. Siitä näkyy, että pienillä otoksilla otoksen kerkiarvo poikkeaa koealan todellisesta keskiarvosta pääsääntöisesti negatiiviseen suuntaan. Pienet otokset antavat toisin sanoen useimmissa tapauksissa liian pieniä keskisadon estimaatteja. Syiden selvittäminen tähän samoin kuin mainitun ilmiön varmentaminen on vielä jatkotutkimuksen, aineiston perusteellisemmän käsittelyn asia. Ilmiön pääasiallinen aiheuttaja saattaa olla esim. marjojen ryhmittäinen jakaantuminen maapinnalle ja tästä johtuva nollaruutujen muita suurempi todennäköisyys osua otokseen. Suurehkoilla otoksilla virhe näyttää pienenevän, mutta pysyvän silti pääasiallisesti negatiivisena. Käytännössä liian pieni otos johtaisi siis todennäköisesti sadon aliarvioon.

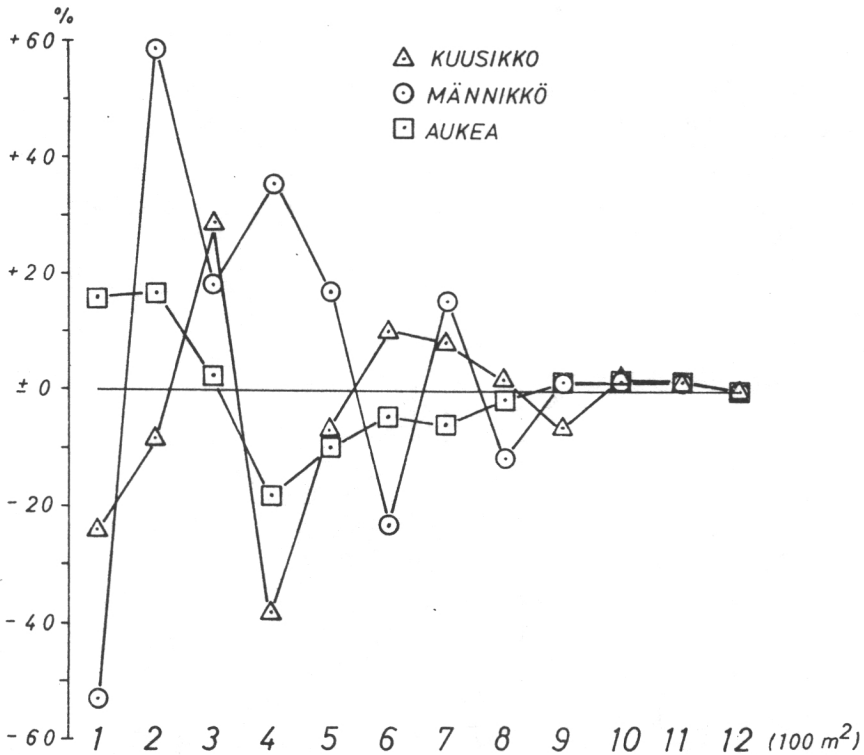
Seuraavaksi katsottiin suuren ruutukoon vaikutusta otoksen luotettavuuteen. Tätä varten kukin koeala jaettiin 10 x 10 m:n ruutuihin. Kuvassa 3 näkyy, miten otoksesta laskettu keskisato

nyt poikkeaa koealan todellisesta keskisadosta. Edelläkuvatun kaltaista negatiivista poikkeamaa ei nyt ole havaittavissa, sen sijaan erotuksen satunnainen vaihtelu on melko suurta siihen saakka kunnes otos käsittää lähes puolet koealan kaikista ruuduista.



Kuva 2. Otoksesta lasketun mustikan keskisadon poikkeaminen koealan todellisesta (kaikista ruuduista lasketusta) keskisadosta satunnaisten neliömetrin ruutujen lukumäärää kasvatettaessa. Pystyakselilla poikkeama prosentteina todellisesta keskiarvosta.

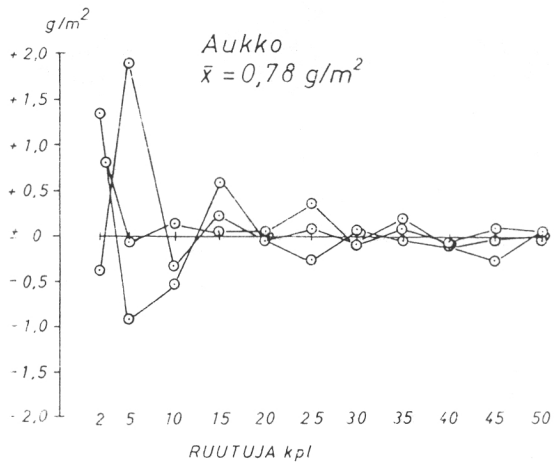
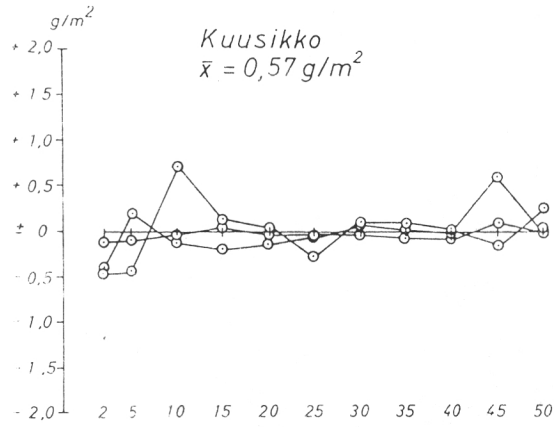
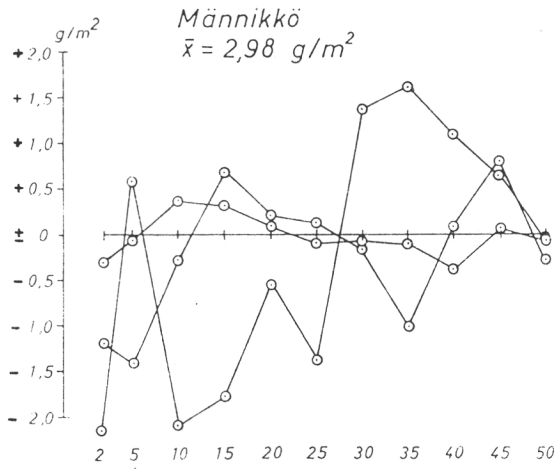
Otantaa tutkittiin myös yksittäisten aarin ruutujen sisällä poimimalla marjasato satunnaisilta neliömetrin ruuduilta. Tässä selvityksessä otantasuhde vaihteli 2 - 50 %:iin. Kuvasta 4 näkyy, ettei tässäkään tarkastelussa näytä esiintyvän ainakaan selvää systemaattista virhettä pienilläkään otoksilla.



Kuva 3. Otoksesta lasketun mustikan keskisadon poikkeaminen koelalan todellisesta (kaikista ruuduista lasketusta) keskisadosta satunnaisten aarin ruutujen lukumäärää kasvatettaessa. Pystyakselilla poikkeama prosentteina todellisesta keskisadosta.

Kuitenkin esimerkiksi hakkuuaukossa oleva koelaeimerkki osoittaa, että lasketun keskisadon heilahtelu ruudun todellisen keskiarvon kahden puolen vähenee selvästi, kun otossuhde nousee vähintään 10 - 15 %:iin. Monissa tapauksissa ei otoksen koko näytä sen sijaan kovin paljoa merkitsevän, kunhan kyseessä ei ole aivan pieni otos (esim. alle 5 % koelasta) ja satunnaisia, suuriakin poikkeamia osuu vielä suuriinkin otoksiin.

Aikaisemmassa tarkastelussa (SEPPONEN ja VIITALA 1982a) päädyttiin esittämään seuraavanlaista koelajien inventointimenetelmää: aluksi arvotaan koelalalta kolme 10 x 10 m:n ruutua ja tämän jälkeen jokaiselta tällaiselta ruudulta poimitaan marjat 15:ltä neliömetrin ruudulta, jotka sijaitsevat määrättyin välein. Tällä tavoin tehtiin kompromissi täydellisen satunnaistamisen ja systemaattisen otannon välillä olettaen sen helpottavan ja nopeuttavan työvaiheita. Kun aineisto tulee käsitellyksi perusteelli-



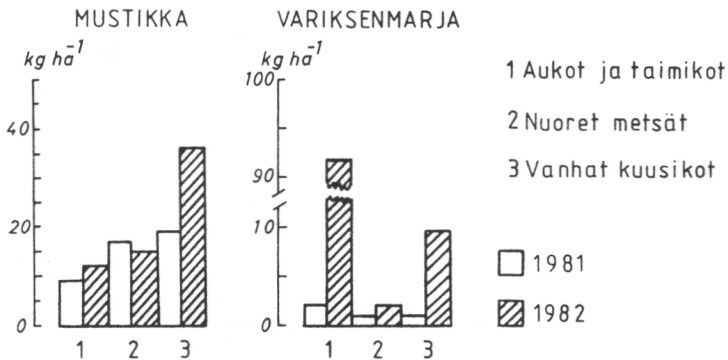
Kuva 4. Otoksesta lasketun mustikan keskisadon poikkeaminen aarin kokoisen koelan todellisesta sadosta, kolme satunnaista esimerkkitausta kultakin koelalalta.

semmin, saattaa inventointiohjeeseen ilmetä tarkastustarvetta. Toistaiseksi koealat on kuitenkin inventoitu mainitulla menetelmällä, tosin inventointituloksia on kertynyt ainoastaan kesiltä 1981 ja 1982.

Mustikan ja variksenmarjan sato

Molemmat koealojen inventointivuodet olivat huonoja mustikka-
vuosia (kuva 5). Tätä osoittaa paitsi koealojen satoluvut,
myös yleinen tietämys marjojen keruusta mainituilta kesiltä.

Mustikkasadossa on tunnetusti suurta vaihtelua sekä alueittain
että kesien välillä. Kaksi kesää, joilta mittaustuloksia on,
eivät eroa toisistaan kovinkaan merkitsevästi mustikkasadon
suhteen. Näinä kesinä Kivalon kokeilualue edustaa Rovaniemen
maalaiskunnan alueella jonkin verran keskimääräistä parempaa
mustikkasatoaluetta. Tämä käsitys perustuu tosin vain käytän-
nön havaintoihin, sillä vaikka kesällä 1982 tehtiin koko Rova-
niemen maalaiskunnan kattava marjasatoinventointi, sen tulok-
set eivät ole vielä käytettävissä. Runsassatoisimmassa osit-
teessa, vanhoissa HMT-kuusikoissa, jäi koealoilta mitattu
mustikan keskisato selvästi alle 40 kg hehtaarilla v. 1982 ja
v. 1981 senkin alapuolelle.



Kuva 5. Mustikan ja variksenmarjan keskisato Kivalon pysyvillä koealoilla vuosina 1981 ja 1982.

Variksenmarjan sadosta on vielä vähemmän tutkittua tietoa kuin mustikkasadosta, mutta sen satovaihteluita pidetään melko vähäisinä ja käytännön kokemuksen perusteella on se käsitys, että variksenmarja on lähes vuodesta riippumatta "varmasatoinen" marja. Suurten alueiden puitteissa näin ehkä onkin, mutta määrättyillä koealoilla näyttää esiintyvän huomattavaa variksenmarjan satovaihtelua (kuva 5). Ainoastaan hakkuukoissa ja taimikoissa sijaitsevilla koealoilla esiintyy runsaasti variksenmarjaa, eikä niilläkään joka kesä. Variksenmarja on kuitenkin tutkitulla alueella osoittautunut paikoitellen selvästi satoisimmaksi marjaksi ainakin huonoina mustikkakesinä.

Pysyvät koealat on tarkoitus inventoida joka kesä ja tuottaa marjasatovaihtelusta pitemmän aikavälin aikasarjat.

KIRJALLISUUS

- SEPPONEN, P. & VIITALA, L. 1982a. Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon kokeilualueessa tehtävän marjatutkimuksen menetelmäongelmia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 37:14-19.
- " 1982b. Metsämarjasadon arvioinnin menetelmäongelmia. Luonnon Tutkija 86:175-180.

KARPALO ERI SUOTYYPEILLÄ

Antti Huttunen
 Oulun yliopisto
 Kasvitieteen laitos
 PL 191
 90101 OULU 10

Karpalon levinneisyys

Isokarpalon (*Vaccinium oxycoccus*) ja pikkukarpalon (*V. microcarpum*) levinneisyyskuva on vanhalla mantereella samantapainen: levinneisyyksien eteläraja on n. 45°N ja pohjoisraja n. 65°N ulottuen kuitenkin Fennoskandian pohjoisosaan saakka. Pikkukarpalo on vähän pohjoisempi, mikä näkyy myös Suomen alueella. Isokarpalon esiintymisen painopistealue on siellä missä soiden osuus on suurin, kun taas pikkukarpalo keskittyy selvemmin Pohjois-Suomeen (ERVI 1956, KUJALA 1964).

Karpalolajien yleisyyskuva Suomessa on yhteydessä suotyyppien eri pintamuotojen esiintymiseen. Lähinnä välipinnalla kasvava isokarpalo on yleisin Pohjanmaan aapasuoalueella, mihin myös välipintaiset suotyyppimmeikin keskittyvät (lähes kolmannes suoalasta). Vaikka keidassuoalueella mätäspintatyyppien osuus on yli 60 prosenttia suoalasta, ei mätäspinnalla viihtyvä pikkukarpalo ole "Mätäs-Suomessa" yleisimmillään. Sen yleisyyskuva selittää suoalan jakautumisen lisäksi se, että rahkaisen ja rahkajänteisten suotyyppien osuus Pohjois-Suomessa on suurempi kuin Etelä-Suomessa (EUROLA, julkaisematon aineisto).

Karpalon esiintyminen eri suotyypeillä

Vaikka isokarpalo on kasvupaikkavaatimuksiltaan melko indifferenti, se menestyy parhaiten *Recurva*-ryhmän rahkasammalten muodostamalla välipintatasolla ja jokseenkin hyvin *Palustria*- ja *Cuspidata*-ryhmien muodostamilla väli- ja rimpipintatasoilla (RUUHIJÄRVI 1960, HAVAS 1961, EUROLA 1962).

Keidassuoalueellamme isokarpalo saavuttaa suurimman peittävyuden **Sphagnum fallax** -valtaisilla nevoilla ja nevarämeillä (taulukko 1). Jokseenkin suuri peittävyys saavutetaan myös tupasvillarämeillä, **Carex nigra** -nevakorvissa, kalvakkanevoilla ja rahka- ja isovarpurämeillä (EUROLA 1962).

Aapasuoalueella isokarpalo menestyy edellä mainituilla suotyypeillä, kuitenkin sen keskipeittävyys on suurin lähdeletoilla ja **Molinia**-lettonevoilla (taulukko 1). Aapasoiden topografisilla varianteilla, rinnesoilla, isokarpalo kasvaa parhaiten **Eriophorum vaginatum** - **Sphagnum lindbergii** - **S. robustum** -kasvustoryhmässä (→ **Sphagnum**-rimpinevat) sekä rinnesoilla yleisessä **Trichophorum caespitosum** - **Sphagnum compactum** - **Ptilidium ciliare** -kasvustoryhmässä (→ kalvakkanevat) (HAVAS 1961).

Pikkukarpalo on runsain **Sphagnum fuscum**- ja **S. acutifolium** -mätäspinoilla. Se saavuttaa suurimmat peittävyytensä rahkärämeillä ja aapasuoalueella myös korpikämeillä (RUUHIJÄRVI 1960, HAVAS 1961, EUROLA 1962).

Karpalosadot eri suotyypeillä

Edellä esitetyn perusteella näyttäisi karpalolla olevan potentiaalisia mahdollisuuksia hyvän sadon tuottamiseen lukuisilla suotyypeillä. Kuitenkin vain muutamat suotyypit on todettu hyväksi karpalosatoa ajatellen.

Etelä-Suomen olosuhteissa on lyhytkorsinevoilta ja saranevoilta mitattu keskimäärin 500 kg:n hehtaarisadot, **Sphagnum**-rimpinevoilta noin 300 kg:n hehtaarisato sekä metsäisistä suotyypeistä tupasvillarämeiltä ja nevarämeiltä noin 200 kg:n hehtaarisadot. Yli sadan kg:n hehtaarituohtokseen ylsivät myös rimpineva, rahkaneva, lettoneva, kalvakkaneva, ruohoinen rimpineva, silmäkaneva ja nevakorpi (RUUHIJÄRVI 1974).

Pohjois-Suomen karpalosadot on todettu keskimäärin kertaluokkaa pienemmiksi kuin Etelä-Suomen karpalosadot. Parhaimmilla suotyypeillä (rahkainen tupasvillaräme ja ruohoinen saraneva) on

hehtaarisato ollut keskimäärin 40 kg. VEIJALAISEN (1977) arvion mukaan kohtalaisten hyvien karpalosoiden (keskisato 25 kg/ha) tuntumaan yltävät myös lyhytkortinen nevaräme, ruohoinen nevaräme, lyhytkorsineva, varsinainen suursaraneva ja tulvaneva (HUTTUNEN 1978, RUUHIJÄRVI ym. 1978).

Satoisuuserot Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä eivät kuitenkaan ole kertaluokan suuruisia, vaan erot tutkimustuloksissa selittyvät myös erilaisilla mittaustavoilla, karpalosatojen ajallisilla ja paikallisilla vaihteluilla. Sadon ilmoittaminen yksikkönä kg/ha kertoo vain osatotuuden suotyyppien marjatuotoksesta ja sen todellisesta arvosta (SEPPONEN 1979, VEIJALAINEN 1979).

Lopuksi

Soiden eri käyttömuotojen ristiriitaisuuteen nähden on lohdullista havaita hyvien karpalosuityyppien olevan suurelta osalta ojitustoiminnan toimenpiderajan ulkopuolella. Luonnontilaisten soittemme yksityistaloudellisen ja kansantaloudellisen käyttöarvon lisäämiseksi soisi suotyypikartoitusten oleellisesti lisääntyvän ja niiden sekä suomarjatutkimusten tulosten tehokkaasti leviävän suuren yleisön tietoisuuteen. Oleellista ympäristönsuojelullista estettä ei liene myöskään karpalon puoliviljelylle (LARSON ym. 1980). Puoliviljelystä, esimerkiksi tulvittamisesta, olisi myös se hyöty, että karpalosatojen arvo muodostuisi maanomistajalle todelliseksi kantohinnaksi. Tätä tietä voisimme saada raaka-ainetta toivottavasti lisääntyvälle karpalon viennille, minkä mainosvalttina voi perustellusti olla eurooppalaisen karpalon ja sen jalosteiden arvokkaat erityisominaisuudet (HIRVI ym. 1981).

KIRJALLISUUS

- ERVI, L. 1956. Karpalolajien morfologiasta ja viljelymahdollisuuksista Suomessa. Acta Agr. Fenn. 92:1-148.
- EUROLA, S. 1962. Über die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. Ann. Bot. Soc. 'Vanamo' 33(2):1-243.
- HAVAS, P. 1961. Vegetation und Ökologie der ostfinnischen Hangmoore. Ann. Bot. Soc. 'Vanamo' 31(2):1-188.
- HIRVI, T., HONKANEN, E. & PYYSALO, T. 1981. The aroma of cranberries. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 172(5):365-367.
- HUTTUNEN, A. 1978. Hilla- ja karpalosadoista Siuruan alueella. Suo 29(1):17-21.
- KUJALA, V. 1964. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys- ja yleisyysuhteista Suomessa. Vuosina 1951-1953 suoritetun valtakunnan metsien III linja-arvioinnin tuloksia. Commun. Inst. For. Fenn. 59(1):1-171.
- LARSON, J.S., MUELLER, A.J. & MACCONNEL, W.P. 1980. A model of natural and man induced changes in open freshwater wetlands on the Massachusetts Coastal plain, USA. J. Appl. Ecol. 17(3):667-674.
- RUUHIJÄRVI, R. 1960. Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. Ann. Bot. Soc. 'Vanamo' 31(1):1-360.
- " 1974. Soiden karpalosadoista. Suo 25(2):25-30.
- " , KERKELÄ, T. & LEIVO, A. 1978. Ounasjokitutkimuksia IV. Tepaston ja Meltauksen allasalueiden marjasadoista. Moniste. 23 s. Helsinki.
- SEPPONEN, P. 1979. Näkökohtia soiden marjataloudellisesta bonitoinnista. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 21:62-64.
- VEIJALAINEN, H. 1977. Luonnonmarjasadot ja niiden käyttö. Molekyyli 1:5-6.
- " 1979. Luonnonvaraiset hillasadot. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 21:10-13.

PITKÄAIKAISEN HILLASATOENNUSTE- JA SATOSEURANTATUTKIMUKSEN
ALOITTAMISESTA LÄNSI-LAPISSA 1982

Jouko Kortesharju
Kolarin tutkimusasema
95900 KOLARI

Mihin tutkimus tähtää?

Satoennusteen tarve on tunnustettu niin hillan kuin muidenkin luonnonmarjonon osalta. Tämä näkyy ehkä parhaiten siitä, että luonnonmarjoja käyttävä kauppa ja teollisuus tukevat Pellervo-Seuran markkinatutkimuslaitoksen marja- ja sienisatoennustetutkimusta, joka on ollut käynnissä jo usean vuoden ajan (KUJALA ym. 1982).

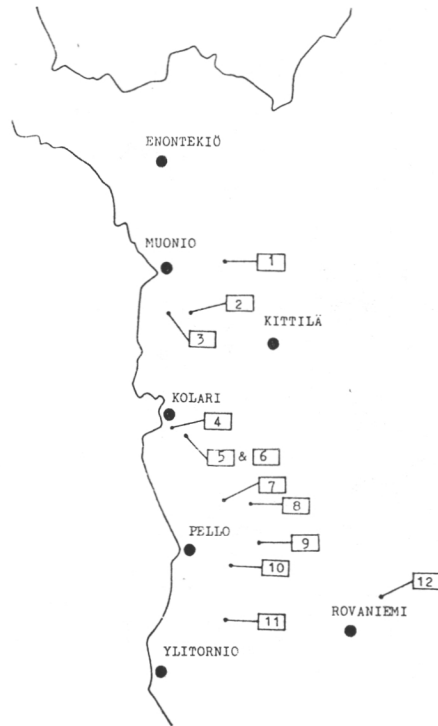
Nyt aloitetusta tutkimuksesta ei ole tarkoitus tehdä kilpailijaa Pellervo-Seuran tutkimukselle, vaan saada aikaan hillan osalta entistä luotettavampi alueellinen ennuste, jonka voi yhdistää valtakunnalliseen ennusteeseen.

Satoseurannassa tarkoituksena on saada pysyviltä havaintoruuduilta pitkäaikaisia havaintoja. Ensi kädessä halutaan vertailla Länsi-Lapin eri alueitten, erilaisten suotyyppien ja myös metsätaloudellisesti käsiteltyjen alueitten tuottokykyä sekä kukinnan ja marjonnan vuotuista vaihtelua. Tämä tutkimus ei tule tuottamaan eri alueitten keskisatotietoja, koska ruudut on sijoitettu harkinnanvaraisesti sellaisille paikoille, missä varmasti kasvaa emiyksilöitä. Tuloksia ei voi käyttää metsätaloudellisiin vertailuihin.

Miten tutkimusta suoritetaan?

Vuonna 1982 perustettiin kaksitoista yhden aarin kokoista koeruutua (kartta 1). Näistä yksi sijaitsee Kittilässä, kaksi Muoniossa, viisi Kolarissa, kaksi Pellossa, yksi Ylitorniolla ja yksi Rovaniemen maalaiskunnassa. Ruutujen valinnassa on käytetty hyväksi Metsähallituksen hyvistä hillasoista keräämiä

tietoja. Koealueista seitsemän sijaitsee Metsähallituksen ojitukselta rauhoittamalla hillasoilla. Viisi ruutua on sijoitettu ojitusalueille, jotta voidaan seurata sadon kehitystä sekä luonnontilaisilla että ojitetuilla soilla. Ruudut ovat yhtä lukuunottamatta rämeitä tai nevoja, varsinaiset korpi- kasvupaikat puuttuvat vielä kokonaan.



Kuva 1. Koeruutujen sijainti.

Koeruudut tarkastetaan kahdesti kesässä. Ensimmäinen tarkastus suoritetaan välittömästi kukinnan päätyttyä tai jo kukinnan loppuvaiheessa. Tällöin lasketaan kukkamäärät koeruudun sisään arvotuilta viideltä neliömetrin suuruiselta kukkahavaintoruudulta. Erityistä huomiota kiinnitetään emikukkien pölyttymisen onnistumiseen ja mahdollisiin paleltumisvaurioihin.

Näitten havaintojen perusteella tehdään satoennuste. Myös hedekukat ja paleltuneet kukat lasketaan vuotuisen vaihtelun selvittämiseksi. Toinen tarkastus suoritetaan marjojen kypsyttyä tai myöhäisessä raakilevaiheessa. Tällöin lasketaan poimintakelpoisten marjojen määrä ja punnitaan marjat kokoaarin koeruudulta. Mikäli marjoja on poimittu, pyritään selvittämään poimittujen marjojen määrä tyhjien marjakantojen avulla.

Mitä tuloksia saatiin kesällä 1982?

Tulokset näkyvät numeroina taulukossa 1. Jo kukintavaiheessa oli helppo havaita Etelä-Kolarin ja Pellon alueen lähes täydellinen kato. Muualla näytti sadosta tulevan heikko, paleltuneitten kukkien määrä oli suurempi kuin kelvollisten emikukkien. Täydellistä katoa ei kukkahavaintojen perusteella voinut ennustaa. Muonion ja Kittilän koeruuduilla halla teki työtään vielä raakilevaiheessa. Länsi-Lapin koeruuduilla sato jäi alle 3 kg/ha (koeruudulla nro 12 sato oli 8 kg/ha). Käytännössä tällainen sato on poimintakelvoton. Varsinkaan koeruudun nro 6 alle puolen gramman painoiset hillat eivät houkutelleen poimiin. Ruudun pölytys oli epäonnistunut ja marjoissa oli lähes säännöllisesti vähemmän kuin viisi osahedelmää.

Koeruuduilla 4 ja 7 hillakuoriaiset olivat vähentäneet heikkoa satoa tekemällä marjoihin reikiä, jolloin osa marjoista oli kuivanut. Koeruudulla nro 7 olivat hillakuoriaisten toukat syöneet poiminta-aikana noin 70 % hillan lehdistä. Tälle ruudulle hillakuoriaistuhon merkitsee heikkoa satoennustetta vuodelle 1983 jo tässä vaiheessa.

Ennusteen mukainen sato tuli - paitsi eräiltä sadottomilta ruuduilta - ainoastaan Rovaniemen maalaiskunnan koeruudulta nro 12. Täällä sadon määräksi tuli 8 kg/ha ja keskimääräinen marjapaino oli 0,8 grammaa (taulukko 1).

Kahdentoista aarin subjektiivinen otos on varsin pieni laajan tutkimusalueen kokoon nähden. Vuoden 1982 tulokset kuvastavat kuitenkin todellista tilannetta, sillä sato oli kesällä 1982 heikko ja kaupan ostomäärät eivät ainakaan kymmeneen vuoteen ole olleet yhtä alhaiset.

Taulukko 1. Kesän 1982 kukki- ja marjahavainnot pysyvillä koealoilla.

Koe- ruuti nro	Suotyyppi	emi- kukkia /5 m ²		Kukkia hede- kukkia /5 m ²		palelt. kukkia /5 m ²		Marjoja	
		8	9	9	16	37	0	g/a	kg/ha
1	Isovarpuräme, ojitettu	8	9	9	16	37	0		
2	Rahkaräme	12	16	16	32	32	0		
3	Nevan rahkareunus	4	0	0	8	8	n. 20	paleltunutta marjaa	
4	Lettoräme, ojitettu, aurattu, hakattu	23	3	3	68	68	32	26,5 ^x	2,7
5	Rahkaräme	0	4	4	156	156	2	1,0	0,1
6	Rahkaräme, ojitettu	2	0	0	69	69	91	24,5 ^x	2,5
7	Rahkaräme	0	0	0	226	226	32	21,0 ^x	2,1
8	Rahkaräme, ojitettu	0	0	0	71	71	0		
9	Rahkaräme	0	0	0	31	31	1	1,0	0,1
10	Isovarpuräme, ojitettu	0	0	0	33	33	0		
11	Isovarpuräme/rahkaräme	5	59	59	24	24	0		
12	Isovarpuräme/rahkaräme	9	27	27	29	29	100	80,0	8,0

x = marjat poimittu osittain raakoina, todellinen sato olisi suurempi

KIRJALLISUUS

KUJALA, M., POHJALAINEN, L., KOSKELA, M.-L. & ALKULA, A. 1982.
Marjojen ja sienien satoennusteista ja kauppantulomääristä
vuosina 1977 - 1981. Pellervo-Seuran Markkinatutkimuslaitos,
24 s.

METSÄNHOIDOLLISTEN TOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSISTA MARJASATOIHIN

Kullervo Etholén
Metsäntutkimuslaitos
Metsänhoidon tutkimusosasto
Unioninkatu 40 A
00170 HELSINKI 17

Johdanto

Yleisimpien metsänhoidollisten toimenpiteiden aiheuttama, usein ylikorostunut huolestuminen metsämarjojen riittävydestä on ollut taustana Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön päätökselle tukea apurahalla metsänhoidon vaikutuksia selvittävää tutkimusta. Työryhmä, johon ovat kuuluneet professorit Jaakko Mukula ja Mikko Raatikainen sekä allekirjoittanut ja ensimmäisenä vuonna myös maisteri Ukko Rummukainen, on vuosina 1977-81 kukin omalla tahollaan hankkinut aineistoa marjasatoihin vaikuttavista tekijöistä.

Kirjoittajan tehtävänä oli tarkastella Pohjois-Suomen laajamittaisten toimenpiteiden, paljaaksihakkuun, kulotuksen, aurausten ja kemiallisten taimikonhoitotoimenpiteiden vaikutuksia marjasatoihin. Lapin läänin alueella selvitettiin näiden toimenpiteiden kestovaikutuksia eri ikäisillä uudistusaloilla vertaamalla tuloksia käsittelemättömiltä aloilta ja hakkaamattomasta metsästä saatuihin tuloksiin. Kohteet valittiin eri puolilta Lappia tyypillisiltä kunkin menetelmän sovellutuspaikalta.

Kohteiden inventointi suoritettiin suurilla käytännön aloilla linjaympyräarviointina, jossa linja- ja koealavälit vaihtelivat kohteen mukaan. Koeympyröitä, joiden koko oli 1,5 m², sijoitettiin suurille kohteille yleisimmin 40 - 60 kpl. Eniten kerättiin havaintoja lentoruiskutusaloista, joilta vuosina 1978 ja 1979 mitattiin n. 600 koealaa ja v. 1980 JAAKKOLAN (1982) laudaturtyön aineistona n. 1 800 koealaa. Pienimittaisilta kohteilta tehtiin havaintoja erilliskysymyksistä, kuten eri

torjunta-aineiden välisistä vaikutuseroista vesakkojen käsittelyssä, torjuntamenetelmien erikoispiirteistä jne.

Tutkimuksessa käytettiin harvoja, silmävaraisesti ja nopeasti selvitettäviä tunnuksia, joista tärkeimmät olivat: varpujen peittävyys prosentteina ympyrän pinta-alasta, satoluokka-arvio, joka oli viisiasteinen, kuvaus kasvupaikasta, sekä taimikon tai metsän laadusta ja puuston koosta. Jos kysymys oli torjunta-ainekäsittelystä, kirjattiin valmisteita ja käsittelyjä koskevat tiedot. Marjojen koepoimintoja ei yhden, useita viikkoja eri seuduilla toimivan työryhmän avulla voitu suorittaa muulloin kuin tarkistuksia tehtäessä.

Tulokset

Erilaisten metsänhoitotoimenpiteiden vaikutuksista marjakasvillisuuteen ja marjasatojen suuruuteen voidaan Lapissa tehtyjen inventointien perusteella esittää seuraavia havaintoja.

Kulotus oli maassamme yleinen maankäsittelytapa 1960-luvun puoliväliin saakka, minkä jälkeen mekaaniset maanmuokkaus-tavat tulivat uudistusaloilla vallitseviksi. Tutkimuksessa inventoitiin 10 kpl sekä uusia että vanhoja kulotusaloja Kemin, Rovaniemen, Kemijärven ja Sodankylän seuduilla. Tulokset osoittivat, että kosteussuhteista suuresti riippuva palamisen intensiteetti vaikuttaa ratkaisevasti marjasadon myöhempään kehitykseen. Voimakkaasti palaneissa kohdissa marjavarvuston peittävyys ja satoluokka saattavat vielä 15 v. kulotuksesta olla vain 5 - 10 % hakkaamattoman metsän arvoista. Lievästi palaneissa kohdissa tai heikosti palaneilla kulotusaloilla marjasato sen sijaan korjautuu nopeasti, mutta näissä tapauksissa yleinen vesakoituminen saattaa pysäyttää myönteisen kehityksen.

Maan koneellinen muokkaus, ennen kaikkea metsäaureaus, yleistyi Lapissa vuoden 1966 jälkeen nopeasti. Maan pinnasta muokkautuu tässä menetelmässä suuri osa ja vastaavasti tuhoutuu myös marjavarvusto. Varvusto palautuu vähitelleen siten, että moreeni-maalla Rovaniemen lähistöllä 7 vuotisella aurasalalla 42,5 %

palteista oli varvullisia ja 11 - 12 -vuotisilla aloilla n. 90 % . Varvullisten koeympyröiden peittävyys- ja satoluokka-arvot sen sijaan olivat normalisoituneet jo nopeammin. Mustikan varvusto oli palautunut palteisiin puolukkaa nopeammin. Vertailu muokkaamattomaan välialueeseen osoittaa, että puolukalla sekä varvuston määrä että satoisuus ovat muokatulla pinnalla 7 - 12 vuoden kuluttua aurauksesta niukasti suuremmat kuin käsittelemättömällä välialueella. Mustikalla varpujen peittävyys oli käsittelemättömällä osalla lievästi suurempi kuin auratulla pinnalla, mutta marjaisuus eli keskimääräinen satoluokka oli mustikallakin muokatulla osalla suurempi. Aurattujen alojen tuloksia voidaan pitää aineiston pienuuden vuoksi vain suuntaa antavina, vaikka Rovaniemeltä, Sodankylästä ja Inarista valitut alat olivatkin hyvin tyypillisiä aurausaloja.

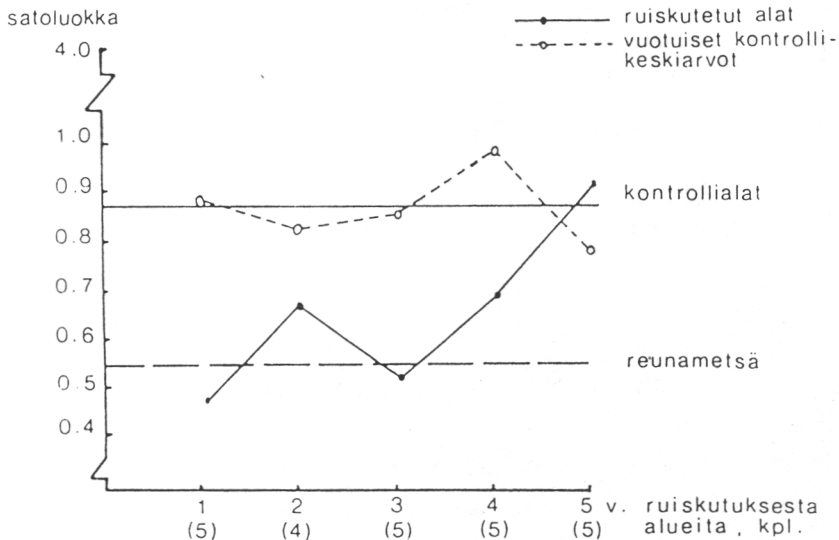
Kemialliset taimikonhoitomenetelmät ja niistä varsinkin vesakojen lentoruiskutus ovat laajoissa piireissä herättäneet huolta marjasadon jatkuvuudesta. Tästä syystä tutkimuksen kuluessa päähuomio kiinnitettiin kemiallisen vesakontorjunnan marjakasvustolle aiheuttamiin vioituksiin ja sadon palautumiseen.

Kemiallisesta vesakontorjunnasta tehtiin havaintoja jo tutkimuksen ensimmäisenä vuonna 1977, jolloin inventoitiin kanto-käsittelyn vaikutuksia marjakasvillisuuteen ja eräiden torjunta-ainevertailukoealojen kehitystä. Tulokset eivät kuitenkaan tuoneet esiin mitään eroja johtopäätösten tekemiseksi ja vuosina 1978 ja 1979 ryhdyttiin inventoimaan lentoruiskutusaloja. Näinä kahtena kesänä inventoitiin 30 eri-ikäistä lentoruiskutusalaa, mukana myös kaksi vuosina 1963 ja 1965 ruiskutettua alaa. Vuonna 1980 metsäylioppilas Ilkka Jaakkola suoritti laudaturtyötään varten laajan lentoruiskutusalojen inventoinnin, johon sisältyi osa aikaisemmin inventoituja aloja, mutta pääosin uusia kohteita. Koska hänen laudaturtyössään esittämät tulokset ovat yhdenmukaisia aikaisemmin tehtyjen, mutta ylimalkaisesti käsiteltyjen havaintojen kanssa, on syytä tarkastella hänen saamiaan tuloksia.

Koska päämarjalajimme puolukka ja mustikka suhteutuvat metsänhoidollisiin toimenpiteisiin eri tavoin, on niitä tarkoituksenmukaisinta tarkastella erikseen. Puolukka, joka parhaiten viihtyy verrattain valoisissa vanhoissa metsiköissä, hyötyy selvästi vanhan, varjoisan puuston hakkuusta ja lisää paljaaksihakkuualalla marjasatoaan. Satoluokka kohoaa aukealla reunametsään verrattuna lähes kaksinkertaiseksi. Kun aukealla viljelyalalla joudutaan käyttämään lentoruiskutusta, kärsii puolukan varvusto varsinkin fenoksiherbisidejä käytettäessä jonkin verran vaurioita. Lapin tulosten mukaan varvullisten koeympyröiden frekvenssi puolukalla ei ole ruiskutetuilla aloilla pienempi kuin ruiskuttamattomilla, eli kummallakin se on 87 - 88 %. Puolukan varvuston peittävyys on keskimäärin n. 30 % pienempi ruiskutetulla kuin ruiskuttamattomalla alalla käsittelyä seuraavina vuosina. Varvullisten koealojen määrä ja varvuston peittävyys jo ruiskutusta seuraavana vuonna osoittavat, että potentiaalinen marjasatomahdollisuus on säilynyt hyvin ruiskutuksissa. Satoisuuden kehityksen tarkastelu osoittaa, että satoluokka-arvo on ruiskuttamattomalla, eli kontrollialalla huomattavasti suurempi kuin hakkaamattomassa kuusi-koivusekametsässä (kuva 1). Ruiskutusta seuraavana vuonna keskimääräinen satoluokka on jo lähes yhtä suuri kuin reunametsien keskiarvo ja viiden vuoden kuluttua suurempi kuin ruiskuttamattomalla alalla. Tämä on selitettävissä siten, että koealalla säilynyt varvuston marjomispotentiaali pääsee vapaasti kehittymään kilpailevan vesakon kuoltua ja juuriston lahotesaan lannoittaessa marjavarvustoa.

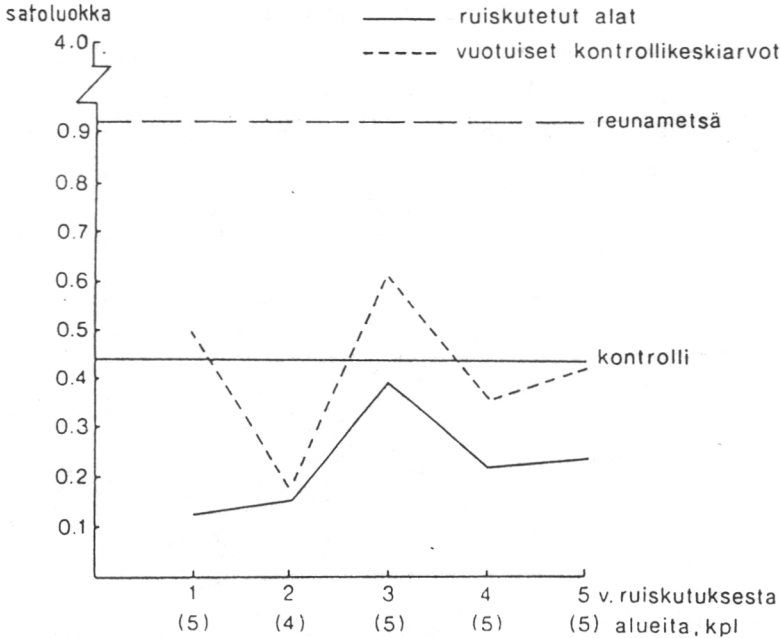
Mustikka on tyypillinen varjoisten metsien laji, jolle paljaaksihakkuu merkitsee romahdusta. Varvuston peittävyys ja satoisuus ovat aukeilla eli kontrollialoilla lähes puolet reunametsän arvoista (kuva 2). Mustikka on selvästi arempi torjunta-ainekäsittelylle kuin puolukka. Pehmeälehtisenä mustikka kärsii näkyvästi kaikista käytetyistä vesakontorjunta-aineista, mutta säilyy suuren juuristonsa ansiosta elossa verrattain hyvin. Varvustoa löytyi aineistossa 61 %:lla käsitellyistä koealoista, kontrollialojen frekvenssin ollessa 71 %. Vuosien kuluessa ruiskutuksen jälkeen varvuston peittävyys ja satoisuus (kuva 2)

lisääntyvät hitaasti. Sadot ovat keskimäärin viiden vuoden kuluttua käsittelystä pienempiä kuin kontrollialalla. Kuitenkin ero hakkaamattoman metsän ja ruiskuttamattoman kontrollialan välillä on jatkuvasti huomattavasti suurempi kuin ero ruiskutetun ja ruiskuttamattoman koealan välillä. Mustikalla voidaan todeta, että paljaaksihakkuu on sille tuhoisampi toimenpide kuin myöhempi lentoruiskutus.



Kuva 1. Puolukan satoisuuden kehittyminen lentoruiskutusaloilla Lapissa.

Tutkimuksessa tehtiin päämarjalajeja vastaavat havainnot myös juolukasta ja variksenmarjasta. Juolukasta saatiin lajin kasvu- paikkavaatimusten mukaisesti havainnot vain kosteilta kasvu- paikoilta. Mustikan läheisenä sukulaisena pehmeälehtinen juolukka kärsii ruiskutuksista välittömästi käsittelyn jälkeen, mutta satoisuus lisääntyy vuosien mittaan nopeasti. Variksenmarja osoittautui olevan tutkituista marjalajeista kestävin torjunta-ainekäsittelyä vastaan. JAAKKOLAN (1982) tutkimuksen mukaan viiden vuoden kuluttua käsittelystä torjunta-alalta löytyi variksenmarjan varvustoa huomattavasti enemmän kuin vastaavalta kontrollialalta. Satoisuus lisääntyy myös nopeasti ohittaen neljän vuoden kuluttua kontrollialojen arvot.



Kuva 2. Mustikan satoisuuden kehittyminen lentoruiskutusaloilla.

Vesakontorjunta-aineiden keskinäisiin suhteisiin saatiin selvitystä eräiltä maasta ruiskutetuilta koaloilta Sallassa ja Sodankylän pohjoisosassa. Sekä fenoksiherbisideillä että glyfosaatilla moottoriselkäruskulla ruiskutettujen vesakoiden alla marjavarvuston peittävyysdet olivat säilyneet hyvin ja Sallassa puolukan varvuston peittävyys oli jopa suurempi kuin käsittelemättömällä alalla, kun vuosi oli kulunut käsittelystä. Puolukan satoisuus oli kaikkien torjunta-aineiden jäljiltä vuoden kuluttua käsittelystä pienempi kuin kontrollialalla, mutta glyfosaattialoilla sadon vähentyminen oli ollut vähäisempää. Mustikalla johtopäätösten tekeminen on esiintymisen vähäisyyden vuoksi vaikeampaa kuin puolukalla, mutta tulokset viittaavat siihen, että tiheässä vesakossa maasta ruiskutettaessa mustikka säilyy kaikilla valmisteilla tyydyttävästi elossa ja voi aloittaa toipumisen vesakon vähetessä.

Vesakontorjunnan marjakasvillisuudelle aiheuttamista vaikutuksista voidaan yhteenvedona todeta, että kaikki nykyisin lehvä-

töruiskutuksiin käytettävät torjunta-aineet vioittavat eri marjalajien varvustoja ja että elpymisnopeus riippuu marjalajista ja käytetystä torjunta-aineesta. Kestävin laji on variksenmarja, sen jälkeen puolukka, joka hyvin kestää glyfosaattikäsittelyä. Mustikka on marjalajeista arin ja hitaimmin toipuva. Variksenmarja on täysin toipunut neljän vuoden kuluttua ruiskutuksesta ja puolukka keskimäärin viiden vuoden kuluttua. Parantuneet ravinnesuhteet ja vesakon kuoleamisen jälkeen lisääntynyt valoisuus suosivat erityisesti puolukkaa. Mustikka saavuttaa optimiolosuhteet kasvulleen todennäköisesti vasta metsikön sulkeuduttua.

KIRJALLISUUS

JAAKKOLA, I. 1982. Lehvästöruiskutusten vaikutus marjasatoihin Lapissa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 45 s.

PUOLUKAN LANNOITUSKOKEISTA

Lasse Niittymaa
 Suomen 4H-liitto
 Bulevardi 28
 00120 HELSINKI 12

Suur-Savon 4H-piirin kesällä 1971 Ristiinassa tekemien puolukan lannoituskokeiden tulokset antoivat aiheen laajentaa tutkimusta koko maata käsittäväksi. Tätä varten perustettiin keväällä 1974 uusia kokeita kaikkien 4H-piirien alueille. Tutkimuksen alkuunpanijana olivat Suomen 4H-liitto ja Kemira Oy. Kokeita perustettiin kaikkiaan 129 kpl 54 paikkakunnalla.

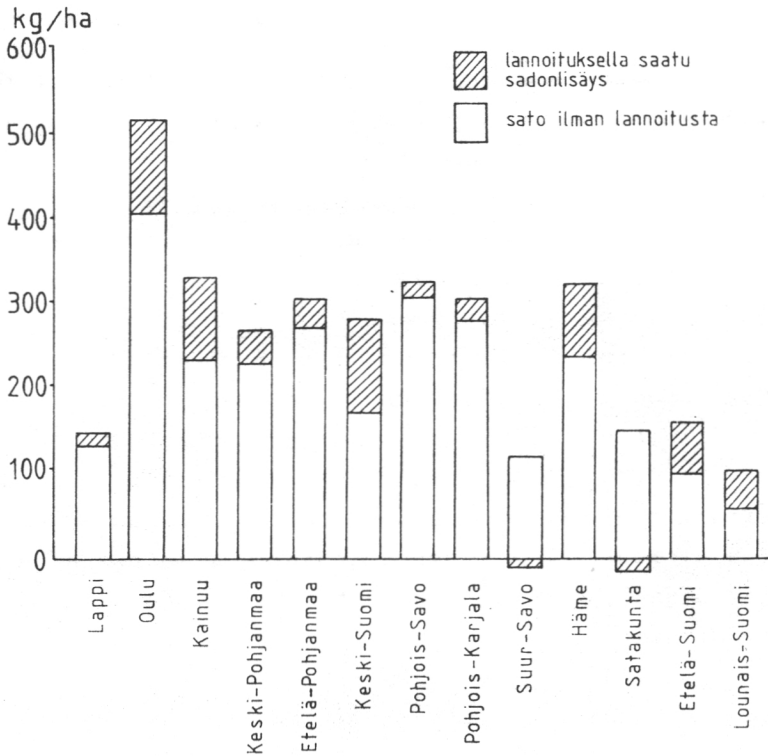
Koealueiksi valitsivat 4H-neuvojat yhdessä kerholaisten kanssa puolukan varvustoa kasvavan alueen kotimetsästä. Koepaikan löytämisen jälkeen paalutettiin alueelle kahdeksan 4 m²:n koeruutua, jotka numeroitiin. Tämän jälkeen ruuduille 1, 3, 6 ja 8 ripoteltiin lannoite. Lannoitteena käytettiin Puutarhan Y-lannosta 0,5 kg/ruutu, mikä vastaa 1 250 kg Y-lannosta/ha. Ruudut 2, 4, 5 ja 7 jätettiin lannoittamatta puolukkasatojen vertailuruuduiksi.

Ruutujen väliin jätettiin metrin levyinen kaista lannoituksen reunavaikutuksen ehkäisemiseksi. Koeruutuja perustettiin koko maahan 1 032 kpl. Lannoitteena käytetty Puutarhan Y-lannos sisältää typpeä 11 %, fosforia (P₂O₅) 11 % ja kalia (K₂O) 22 % sekä lisäksi booria 0,08 %, kuparia 0,3 % ja mangaania 0,3 %.

Kangasmetsien maaperä sisältää puiden kasvua varten fosforia ja kalia yleensä riittävästi, mutta tyypestä on usein puute. Metsämarjojen ravinnetarpeita ei tarkasti tunneta, mutta ne tarvitsevat hieman enemmän fosforia ja kalia kuin havupuut.

Kokeessa käytetty Puutarhan Y-lannos ei ole metsänlannoitukseen tarkoitettu. Siinä on fosforia ja kalia suhteessa tyypeen liian paljon. Kokeessa typen kokonaismääräksi tuli 137,5 kg/ha (Y-lannosta 1 250 kg/ha), mikä on vähän alle nykyisten metsänlannoituksissa käytettyjen määrien.

Lannoitus on lisännyt puolukkasatoja tähän mennessä neljänä vuotena. Suurimmat sadon lisäykset noin 100 kg/ha on saatu neljän vuoden keskiarvona Pohjois- ja Keski-Suomen koealoilla (kuva 1).

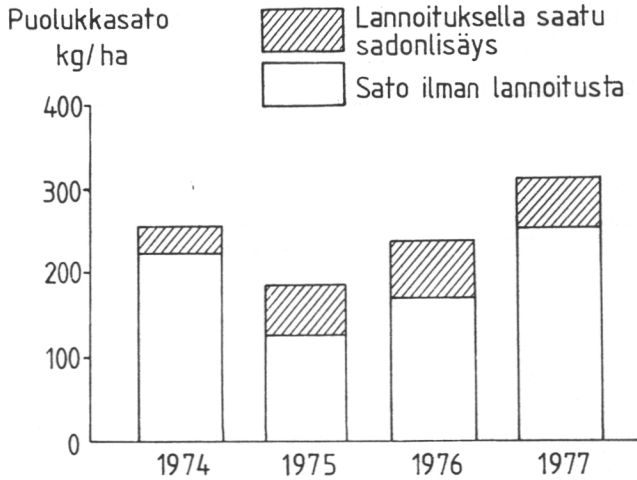


Kuva 1. Lannoituksen keskimääräinen vaikutus 4H-kerholaisten kokeissa maan eri osissa vuosina 1974 - 1977.

Kuvassa 2 esitetään lannoituksen puolukkasatoja lisäävä vaikutus koealoilla keskimäärin koko maassa vuosina 1974 - 1977. Lannoitus suoritettiin keväällä 1974.

Lannoituksen jälkeisenä syksynä (1974) marjasato lisääntyi vain vähän, mikä oli seurausta marjojen suuremmasta koosta. Kukka-aiheet syntyvät jo edellisenä kesänä, joten niiden lukumäärään lannoitus vaikuttaa vasta toisena kesänä. Koealoilla v. 1975 puolukkasato jäi vaikeitten sääolojen vuoksi Pohjois-Suomea lukuunottamatta vähäiseksi. Vuonna 1976 puolukkasato

oli koealoilla melko hyvä muualla paitsi Lounais-Suomessa. Suur-Savon ja Satakunnan puolukanlannoitusalueet sattuivat reheville alueille. Ravinnelisäyksestä hyötyivät muut kasvit puolukkaa enemmän ja siten puolukkasadot jäivät vähäisiksi (kuva 2).



Kuva 2. Lannoituksen puolukkasatoja lisäävä vaikutus koealoilla keskimäärin koko maassa vuosina 1974 - 1977.

Joensuun tutkimusasemalla aikaisemmin ilmestyneet
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjan julkaisut:

- Nro 37 Kauko Salo (toim.). Metsämarja- ja sienisatotutkimuksen menetelmäongelmia. 37 s. 1982.
- Nro 43 Jari Parviainen. Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutus. Luentosarja menetelmien biologisista perusteista ja vaikutuksista taimiin. 114 s. 1982.
- Nro 56 Matti Karjula, Simo Kaila, Jari Parviainen, Juhani Päivinen ja Pentti K. Räsänen. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla. Kirjallisuustarkastelu. 116 s. 1982.
- Nro 78 Jaakko Virtanen. Helikopteri metsäpalontorjunnassa. 20 s. 1982.

Joensuun tutkimusaseman osoite:

Metsäntutkimuslaitos

Joensuun tutkimusasema

Martikkalantie 7

PL 68

80101 JOENSUU 10

Puh. (973) 26211